MAKS PLANK

KVANT NAZARIYASI

Mikrodunyodagi inqilob

www.Orbita.Uz
kutubxonasi

MAX PLANK

La Teoría Cuántica

La revolución de la muy pequeño

Alberto Tomás Pérez Izquierdo

RBA Collectionables S.A.

Barcelona - 2012

MAKS PLANK

Kvant Nazariyasi

Mikrodunyodagi inqilob

Muzaffar Qosimov

tarjimasi

www.Orbita.Uz

Marg‘ilon - 2015

Buyuk ilmiy nazariyalar. Mikrodunyodagi inqilob. Maks Plank. Kvant nazariyasi. RBA Collectionables (Ispaniya) nashriyoti, 2012 yil. O‘zbek tiliga tarjima © www.Orbita.Uz. 2015 yil. 153 sahifa.

Maks Plank garchi o‘zi bunga qarshi bo‘lsa-da, uni odatda inqilobchi deb atashardi. 1900 yilda olim energiyaning uzluksiz emas, balki, alohida-alohida qismlar (porsiyalar), boshqacha aytganda, kvantlar ko‘rinishida nurlanishi haqidagi g‘oyani ilgari surdi. Ushbu nazariyaning aks-sadosi o‘laroq esa, nisbiylik nazariyasi bilan birgalikda, olam tuzilishi haqidagi zamonaviy tushunchalarning asosini tashkil qiluvchi – kvant mexanikasi sohasi yuzaga keldi va taraqqiy eta boshladi. Kvant mexanikasi mikroskopik olam manzarasini o‘rganadi. Uning ayrim kashfiyotlari shu darajada hayratlanarliki, hatto Plank o‘zi ham ko‘p bora tan olganidek, bu sohaning kashfiyotlari inson aqlini shoshirib qo‘yadi. Ustozlar ustozi deya e’tirof etilgan olim, o‘n yillar mobaynida olmon ilm-fani boshqaruvida bo‘ldi va natsizmning eng manfur illatlari qanot yozgan musibatli kunlarda ham, ilm va zakovat shamchiroqlari shu’lasini saqlab qola bildi.

© Alberto Tomás Peréz Izquierdo, 2012
© RBA Collectionables S.A., 2012
© www.Orbita.Uz 2015

Illyustratsiyalarni quyidagilar taqdim etishgan:
Age Fotostock, Album, Archivo RBA, AQSH Milliy Arxivi, AQSH Kongressi Kutubxonasi Arxivi, Corbis, Benjamin Couprie, Fundación Nobel, Photoasia, G.J. Stodart, Frankfurt Universteti, Siegen Universiteti, Joan Pejoan.

Barcha huquqlar himoyalangan.
Muallif hamda uning agent-noshirning roziligi asosida o‘zbek tiliga o‘girildi va chop etildi.

Mundarija

Mundarija 5
Kirish 6
Plank va XIX asr fizikasi. 12
Energiya kvantining tug‘ilishi. 38
Kvant erasi 70
Universial konstantalar noaniqlikka qarshi 117
Muallif haqida 149
Tavsiya etiladigan adabiyotlar ro‘yxati. 150
Alifbo ko‘rsatkichi 151

Kirish

2009 yil 14-may sanasida, Fransuz Gvianasida mahalliy vaqt bilan soat ertalabki 10 dan 12 daqiqa o‘tganida Yevropa Kosmik Agentligi (ESA) bazasida «Arian-5» raketasining dvigatellari o‘t oldirildi va u parvozni boshladi. Ikki daqiqa o‘tib raketa 70 km balandlikka ko‘tarildi va unda qo‘shimcha ikkita qattiq yoqilg‘ili dvigatellar ajralib chiqib ketdi. Raketa o‘z ortidan qoldirib ketayotgan uzun va ulkan tutun chizig‘i bulutlar orasida to‘zib yo‘q bo‘lib ketdi. Bu vaqtda raketaning tezligi 2 $\frac{km}{soniya}$ bo‘lib, tovush tezligidan deyarli olti barobar ortiq tezlik bilan uchmoqda edi. «Arian-5» yoqilg‘i baklarida manfiy haroratda suyuq holatda saqlanuvchi kislorod va vodorod yoqilg‘isi evaziga harakatda davom etmoqda. Vodorodning yonishi harakatni ta’minlash uchun yetarli energiyani ta’min etib berardi. Raketaning boshlang‘ich massasini amalda to‘liq yoqilg‘i miqdori tashkil qilardi va zaruriy balandlikka ko‘tarilib olgan «Arian-5»ning endigi massasi, boshlang‘ich massadan atiga 1% ulushni tashkil etardi xolos.

«Arian-5» bortida ikkita qurilma o‘rnatilgan: «Plank» va «Gershel». «Gershel» - 3.5 metr diametrga ega bo‘lgan infraqizil teleksop. «Plank» esa, mikroto‘liqnli fonli nurlanishlarni tadqiq etishga mo‘ljallangan uskunalar bilan jihozlangan sun’iy yo‘ldosh. Qayd etish joizki, butun koinot elektromagnit nurlanishlar bilan liq to‘la bo‘lib (uni yana reliktiv nurlanitish ham deb yuritiladi) bu nurlanishlar koinotda hali yulduzlar ham paydo bo‘lmagan, fazoning o‘zi esa, hatto atomlarni ham barqaror tura olmay, bir odnayoq parchalanib ketishga majbur

qiladigan darajadagi intensivlikka ega zarrachalardan iborat shoʻrva misol boʻlgan oʻsha olis va qadim zamonlardan paydo boʻlgandir. Materiya va nurlanishlar muayyan doimiy harorat ostidagi termik muvozanatda boʻlgan. Koinotning kengayishi va sovishi natijasida nurlanishlar energiya pasaydi va shu paytdan boshlab dastlabki atomlar shakllana boshladi. Oʻshandan buyon nurlanish materiya bilan oʻzaro ta'sirlashmasdan, butun olam, koinot boʻylab kezib yuribdi. Hozirda u barcha yoʻnalishlarda bir xil intensivlik bilan tarqaladigan mikrotoʻlqinli signal tarzida namoyon boʻlmoqda.

«Plank» sun'iy yoʻldoshining yakuniy marrasi sayyoramizdan bir yarim millon kilometr olislaikdagi masifada joylashgan Yer-Quyosh tizimining ikkinchi Lagranj nuqtasi edi (qiyoslash uchun, Oy va Yer oʻrtasidagi masifaniong 380 ming km ekanligini esga oling). Nisbatan kichik jism ikkita ulkan jismlar orasidagi ikkinchi Lagranj nuqtasiga erishganida, ular orasidagi gravitatsion ta'sir oqibatida ushbu uchun jismdan iborat tizimning bir-biriga nisbatan joylashuvi doimiy oʻzgarmas boʻlib qoladi. «Plank» bilan boʻlgan holatda uning vaziyati Yer va Quyoshga nisbatan oʻzgarmas boʻlib qolishi lozim edi. Bu joylashvudan mikrotoʻlqinli fon nurlanishlari ustidan doimiy oʻlchashlarni yuritish juda qulay boʻlib, aynan shu vazifa mazkur sun'iy yoʻldoshning birlamchi vazifasi sanaladi.

Mikrotoʻlqinli fon nurlanishlari qizigan jismlar nurlatadigan issiqlik nurlanishlariga oʻxshash nurlanishlardir. Maks Plank hayotining katta qismi davomida issiqlik nurlanishlarining xarakteristikalarini tadqiq qildi; aniqroq aytadigan boʻlsa, uning tadqiqotlarining asosiy masalasi, bizlarga *mutlaq qora jism nurlanishi* nomi ostida tanish boʻlgan muammolar boʻlgan. 1900 yilda tajribakor fiziklar qizigan jismning nurlanish intensivligi harorat va toʻlqin uzunligiga bogʻliq ekanligini katta aniqlik bilan isbotlab berishdi. Ulardan biri Rubens Genrix boʻlib, 7-oktyabr kuni u shaxsan Plankka soʻnggi oʻlchash natijalari amaldagi formulalar orqali olinadigan natijalardan farq qilayotgani haqida xabar berdi. Ehtimol ayna noʻsha kuni Plank tajriba natijalarini aniq ifodalovchi matematik formulani topgan boʻlsa kerak. Bizga *Plank nurlanish qonuni* orqali yaxshi tanish boʻlgan mazkur formula, amaliy tajribalar bilan olinayotgan barcha oʻlchov natijalarini mukammal nazariy asoslab bera olardi. Mikrotoʻlqinli fon nurlanishlari ham uning formulasiga aniq va soʻzsiz boʻysunadi.

Plank kashfiyoti, olimning qoʻlida shunchaki yetarli axborot va bilimlar toʻplangani sababidangina emas, balki uning yuksak zehn zakovat sohibi boʻlganidan hamda, sinchkovlik va mehnatsevarlik hislatlarini oʻzi uchun e'tiqod darajasida shakllantirganidan ham yuzaga chiqqan edi. U beqiyos ilmiy ilhom manbasiga ega edi. Izlanayotgan ma'lumotlar unga birinchi boʻlib yetib kelardi, chunki u oʻz zamonasining eng yetuk fiziklar qurshovida ishlardi. U qaralayotgan muammoning mohiyatini tub-tubidan yaxshi anglar, bu boradagi soʻnggi ilmiy yutuqlar bilan hamnafas yashar, hamda, eng asosiysi juda mukammal matematik tayyorgarchilikka

ega edi. Biz bejizga Plankning ilhom manbai haqida so‘z ochmadik, zero aynan ilhomlana olish hislati tufayligina u o‘z formulasini, rad etib bo‘lmas dalil yoki, boshlang‘ich ma’lumotlarning inkor qilib bo‘lmas xulosasi sifatida emas, balki, tayanib ishlanayotgan amaldagi ilmiy qonunlarni biroz o‘zgartirish orqali, ilmiy tajribalarni amalga oshirsa bo‘ladimi degan savollarga qiziqish asnosida kashf etgan edi. Aytmoqimizki, uning kashfiyoti empirik xarakter kasb etgan.

O‘z formulasini keltirib chiqarga Plank, uning uchun fizik tushuntirish berishni istardi va uni boshlang‘ich ma’lumotlar bilan aloqasini qidirardi. Buning uchun u o‘z zamonasi fizikasining eng ilg‘or yutuqlaridan foydalandi: bir tomondan Genrix Gers va Jeyms Klark Maksvellarning elektrodinamikasini, ikkinchi tomondan esa termodinamikaning ikkinchi qonuni va entropiya tamoyillarini keng qo‘lladi. Shuningdek u bir necha yillar muqaddam Avstriyalik fizik Lyudvig Boltsman tomonidan ilgari surilgan entropiya tushunchasining ehtimloylik talqinini ham e’tiborga oldi. Vanihoyat, Plank tomonidan, anchayin kutilmagan, lekin ilm-fanda keskin qadamlar ila tub burilish yasagan *kvant gipotezasini* o‘rtaga tashladi. Ushbu nazariyaga muvofiq, ossilyatorning mexanik energiyasi (masalan prujinadagi jism energiyasi) tasodifiy kattalik kasb etishi mumkin emas va uning qiymati ko‘plab elementar zarrachalar – kvantlar orqali cheklanadi. ***E*** energiya kvanti, ossilyator tebranishining **ν** chastotasiga proporsionaldir:

$$E = h\nu$$

Energiya va chastota orasidagi bog‘liqlik koeffitsiyentini ifodalovchi ***h*** doimiysi *Plank doimiysi* deb nomlanadi. Ehtimol ***h*** harfining tanlanishiga sabab, Plankning ona tilid bo‘lmish olmon tilidagi «*Hilfe*», ya'ni, «yordam» so‘zi bo‘lsa kerak.

Kvant gipotezasining subhi chorak asr o‘tibgina yorishdi. Plank o‘zi uni aniq bir masalani yechish uchun - *ad hoc* [1]– ilgari surgan bo‘lib, unga alohida bir muhim ahamiyat qaratmagan. XX asr boshidagi ayrim ko‘zga ko‘ringan fiziklar esa, Plank gipotezasi mumtoz yondoshuvlarga muvofiq kelmasligini ta’kidlar edilar. Albert Eynshteyn o‘zining 1905 yilda e’lon qilgan o‘sha besh mashhur maqolalarida, Maks Plankning kvant gipotezasi mohiyati va ahamiyati haqida chuqur to‘xtalib o‘tdi va aytish joizki, unga Plankning o‘zidan ham ziyodroq ahamiyat qaratdi. U yorug‘likning nurlanishi va yutilish ***hν*** ga teng energiya miqdorlari bilan yuz berishini ma’lum qildi.

Plank e’lon qilgan kvant gipotezasi mumtoz fizikaga nisbatan shubha o‘laroq maydonga chiqqan bo‘lsa, Eynshteynning bayonoti esa, unga ochiqdan-ochiq ziddiyat edi. XIX asrda yorug‘lik bu to‘lqin degan tushuncha hech kimda shubha uyg‘otmas edi. Eynshteyn bayonotida esa, muayyan jarayonlarda yorug‘lik korpuskulyar xossalarni namoyon qilishi xulosa qilinayotgan edi. 1915 yilda Amerikalik fizik Robert Milliken o‘tkazgan amaliy tarjriba natijalari, Eynshteyn tomonidan 1905 yilda fotoelektr effekti haqidagi maqolada bayon qilingan ilmiy taxmin o‘ta aniqlikda takrorladi va qat’iy isbotladi. Alohida ta’kidlash joizki, Milliken fotoelektr hodisasi

[1] Ad hoc – lotinchada «ayni holat uchun», «xususiy hol uchun» ma’nolarini ifodalaydi – *tarjimon izohi*.

yuzasidan tajriba boshlar ekan, avvalboshdanoq Eynshteynning korpuskulyar gipotezasini qat'iy inkor etisni maqsad qilgan edi va buni amalda isbotlamoqchi bo‘lgan. Biroq, bir necha yillik juddiy mehnatlar va takroriy tajribalardan so‘ng, u jahon ilmiy jamoatchiligi oldida bayonot berib, fotoelektr effekti borasidagi Albert Eynshteynning nazariyasi haqiqatan ham to‘g‘ri ekaniligini tan olishga majbur bo‘ladi. ya'ni, yorug‘lik to‘lqin bo‘lib qolaverdi, lekin, shu bilan birga zarrachalardan tashkil topishi ham e'tirof etildi. 1913 yilda Nils Bor vodorod atomi modelini tuzish uchun kvant nazariyasidan amaliy foydalandi. Bor modeli materiya tomonidan nurlanishning yutilishi va chiqarilishi borasidagi amaliy tajriba natijalarini – atomlar spektrlarini tasdiqlar edi. Shu ondan boshlab atom fizikasi turli vaziyatlarda keng qo‘llaniladigan fundamental formula ***E=hv*** ga ega bo‘ldi. Ushbu jarayonning kulminatsiyasi sifatida esa, 1920-yillarda yangi ilmiy soha – kvant mexanikasining yuzaga chiqishi sodir bo‘ldi.

Kvant mexanikasi bu – ilm fanda atom va yadroviy fenomenlarni o‘rganiuvchi nazariy bilimlar sohasidir. Bu fan zamonaviy ilmlarning tayanchlaridan va ilg‘or sarhadlaridan biridir. Maks Plank kvant mexanikasining shakllanishida va oyoqqa turishida ishtirok etmadi, bu bilan nisbatan yoshroq fiziklar: Shryodinger, Dirak, Geyzenberg, Bor, Yordan, Pauli singarilar shug‘ullanishdi. Lekin baribir kvant fizikasiga asos solgan umume'tirof etilgan inson sifattida aynan Maks Plank tan olinadi chunki aynan u materiyaning atom tabiatini angalshda ilk qadamlarni tashlab berdi va ilk eng muhim kashfiyotni amalga oshirdi. Bu ma'noda uni chinakam inqilobchi deyish o‘rinli bo‘lsa kerak. O‘z kashfiyoti uchun Maks Plank 1918 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan edi.

XX asr boshida olim yevropaning eng ko‘zga ko‘ringan mashhur fiziklaridan biriga aylandi. Uning termodinamikaga qo‘shgan xissasi ham beqiyosdir. Fizikaning bu sohasini hech kim uningchalik darajada o‘zlashtirgan emas edi. Shuningdek Maks Plank Albert Eynshteynning nisbiylik nazariyasining rivojlanioshida ham katta xissa qo‘shdi. Uning qora jism borasidagi tadqiqotlari, o‘zining bevosita ilmiy ahamiyatidan tashqari yana ikkita yangi universial konstantalarning kiritilishiga olib keldi. Ular asosida Plank tomonidan, vaqt, massa, uzunlik va harorat uchun o‘clhov birliklari tizimi ishlab chiqildi. Biz ularni hozirda boshqa o‘lchov birliklaridan mustaqil bo‘lgan *Plank o‘lchov birliklari tizimi* sifatida yaxshi bilamiz.

Olim ancha nuroniy yoshga kirib, 89 yoshida vafot etdi. U Germaniyaning oyoqqa turishi, rivojlanishi va ikkinchi jahon urushidan keyingi vayronaga aylanishi jarayonlarining guvohi bo‘ldi. Maks Plank 1858 yilda tug‘ilgan edi va uning bolalik hamda yoshlik yillari ikkinchi Imperiya davriga to‘g‘ri keldi. Olim millatchilik va aqidaparastlik ruhiyati hukmron bo‘lgan muhitda katta bo‘ldi. Germaniyaning sanoat, ilmiy-texnikaviy jihatdan gullab-yashnagan davrlarida Plank eng nufuzli ilmiy muassasalarda va jamiyatlarda o‘ta mas'uliyatli lavozimlarda ishladi (chunonchi u Berlin universitetining rektori bo‘lgan). Maks Plank bir necha o‘ta og‘ir shaxsiy fojealarni boshdan kechirdi. U ayniqsa ikki o‘g‘li va ikki qizidan ajralganidagi judoliklarni qattiq iztiroblar iskanjasida, g‘oyat mashaqqat bilan yashab o‘tdi.

Birinchi jahon urushi asnosida deyarli butun mamlakatni qamrab olgan millatchilik ruhiyatiga qaramasdan, jang maydonida qurbon bo‘lgan birinchi o‘glining o‘limi olimga juda qattiq zarba bo‘lgan edi. Jahon urushlari oralig‘idagi qisqagina

tinchlik zamonasida Plank, olmon jamiyatining ilm-fan va texnikaga oid siyosatlarni yuritishda eng nufuzli mansablarni egallab keldi. Lekin zamonning o‘zi alg‘ov-dalg‘ov edi. Moddiy resusrlar yetishmas, boz ustiga mamlakatda doimiy siyosiy va iqtisodiy bo‘hronlar tinmasdi. Olimning gitletchilar siyosati bilan munosabati murakkab va ziddiyatli bo‘lgan. Ikkinchi jahon urushining yakuniy pallalarida Plank yana bir o‘g‘lidan judo bo‘ldi. Ervin Plankni nemis fashist natsistlari qatl etishdi. Ervin 1944 yil oktaybrida polkovnik Shtauffenberg va reyxskansler la’nati gitlerning joniga qilingan suiqasd, ya'ni, «Valkiriya» operatsiyasiga aloqador deb topildi. Olimning olmon ilm-fanida egallagan obro‘ e’tibori ham, nemis ilmiy jamoatchiligi oldidagi ko‘rsatgan yuksak xizmatlari ham o‘g‘lini qutqarib qolishi uchun yordam bear olmadi.

Maks Plank shuningdek ilm-fanning va bilish jarayonining falsafiy mohiyati bilan ham shug‘ullangan. U o‘z davrining eng ko‘zga ko‘ringan faylasuflaridan bo‘lgan Ernst Max bilan, ilmiy tadqiqotlar va ularning tabiati borasdagi jadal falsafiy munozaralarni olib borgan edi. Hayotining so‘nggi yillarida Maks Plank ilm-fan, din, e’tiqod, falsafa kabi sohalarni qamrab oluvchi bir necha ilmiy-ommabop mashhur maqolalarni yozdi va ular keng jamoatchilik tomonidan qizg‘in qarshi olindi.

Kvant fizikasi bizning olam tuzilishi haqidagi tasavvurlarimizni o‘zgartirib yubordi. U bugun allaqchon hayotimizga kirib kelib, turmush tarzimizda muqim o‘rnasihib qilgan ko‘p sonli texnologik yangiliklarga yo‘l ochib berdi. Lekin biz bu borada kashf etayotgan har bir yangi ochilishlar ortidan o‘nlab yangi g‘aroyib savollar maydonga chiqmoqda. Maks Plank olam tuzilishi va uning fenomenlari haqida yanada ko‘proq bilishni taqozo etuvchi ichki ehtiyojni doimiy his etib turardi va aynan ushbu ehtiyoj undagi muttasil, betinim ilmiy izlanishlar uchun turtki beruvchi kuch bo‘lib xizmat qildi. Haqiqat va mutlaq haqiqatni izlash masalasi olimning murakkab va sertashvish hayotida yo‘lchi yulduz yanglig‘ namoyon bo‘ldi.

«Arian-5» raketasi samoga nafaqat yuzlab tonna yoqilg‘i bilan, balki biz insonlarning o‘zimiz yashayotgan olam haqidagi eng inja sirlarni bilishga bo‘lgan azaliy oruz-umidlarimiz bilan birgalikda parvoz qildi...

1915 yil 23 aprelda Germaniyaning Kil shahrida Maks Karl Lyudvig Plank dunyoga keldi.

1889 yil Myunxen va Kil shaharlarida qayd etilgan ilm-fan sohasidagi ilk muvaffaqiyatlaridan so‘ng, Maks Plank Berlin Universitetida nazariy fizika professori sifatida Gustav Kirgofning merosxo‘riga aylandi. Ikki yil o‘tib u kafedra mudiri bo‘ldi.

1895 yil Mashhur «Annalen der Physik» («Fizika solnomalari») jurnalining bosh muharriri etib tayinlandi. Ushbu jurnal sahifalarida 1910-1920 yillar mobaynida, relyatvistik fizika va kvant fizikasi bo‘yicha qator qimmatli maqolalar e’lon qlingan.

1900 yil Berlin fizika jamiyati yig‘inida Plank o‘zining mutlaq qora jism nurlanish spektrida energiyaning taqsimlanishi haqidagi qonuniyatini bayon qildi (o‘shandan buyon u Plank nurlanish qonuni deyiladi). Ikki oy o‘tib, 14 dekabr kuni o‘sha muassasada Maks Plank kvant nazariyasini bayon qildi

1909 yil Mariya Plank (Merk) vafot etdi. Bir yil o‘tib Maks Plank ikkinchi marta turmush qurdi. U birinchi xotinining jiyani Marga fon Xyosslingga uylandi.

1913 yil Plank Berlin universitetining rektori etib tayinlandi.

1914 yil Urush boshlanishidan to‘rt oy o‘tib, boshqa 92 nafar olmon ziyolilari bilan birgalikda, 93-lar manifesti nomi orqali yaxshi tanish bo‘lgan va Germaniya va uning uing harbiy nizodagi pozitsiyasini himoyasiga qaratilgan «Taraqqiy etgan dunyoga chorlov» nomli millatchilik manifestni imzoladi.

1916 yil Verden yaqinidagi jangu-jadalda olimning to‘ng‘ich o‘g‘li Karl Plank halok bo‘ldi. Keyingi yili uning ikki qizidan birinchisi - Greta ham olamdan o‘tdi.

1919 yil Plank kvant nazariyasini ochilishiga qo‘shgan xissasi uchun, fizika bo‘yicha Nobel mukofoti bilan taqdirlandi. Plankning ikkinchi qizi Emma ham vafot etdi.

1933 yil ilm-fanni rivojlantirish bo‘yicha kayzer Vilgelm Jamiyati raisi sifatida Plank, Germaniyaning yangi kansleri adolf gitler bilan uchrashdi va unga antisemitizmning olmon ilm-faniga yetkazayotgan zarari haqida tushuntirmoqchi bo‘ldi. Oqibatda, hamkasbi Vener Geyzenberg bilan uchrashuvda Plank quyidagicha hitob qilgan edi: «*Bunday odamga gap uqtirsa bo‘ladigan tilning o‘zi yo‘q*...»

1945 yil Plankning yana bir o‘g‘li Ervin Plank natsistlar tomonidan qatl qilindi. Olimning faqat bitta, kenja farzandi German Plank hayot qoldi xolos.

1946 yil kayzer Vilgelm Ilmiy Tadqiqotlar Jamiyati, Maks Plank ilmiy tadqiqotlar Jamiyati tariqasida qayta tashkillandi va nomlandi.

1947 yil 4-oktyabrda Maks Plank Gyottingenda vafot etdi.

1958 yil Maks Plank tavalludining yuz yilligi Berlinda katta tantana qilindi. Tantanalarda har ikkala Germaniyaning siyosiy va ilm-fan arboblari ishtirok etishdi.

1-bob.

Plank va XIX asr fizikasi.

Yosh olim Plankning ilmiy qiziqishlari termodinamikaga qaratildi.
Aynan esa, u issiqlik va energiyaning boshqa turlari orasidagi o‘zaro ta’sirlar borasida izlanar edi.
Ilmiy ahamiyatidan tashqari ushbu fan Plank uchun ilhom manbai bo‘lib xizmat qiluvchi fizikaviy voqe’liklar tabiati haqidiagi bahslar uchun munozara maydoni sifatida namoyon bo‘ldi.
O‘sha zamon ilm-fani va texnikasning barcha sohalarida bo‘lgani kabi termodinamika borasidagi tadqiqotlarda ham,
Germaniya shubhasiz eng ilg‘or mamlakat sanalardi.

Maks Plank 1858 yilda, Germaniyaning shimolidagi Kil shahrida, huquqshunos professor oilasida tavallud topdi. Plankning onasi uchun uning otasi bilan nikohi ikkinchi turmush bo‘lgan. Olimning onasi 93 yil umr ko‘rgan edi va ehtimol, Maks Plankning ham uzoq umr ko‘rishi sababi aynan onasidan meros qolgandir. Uning ota tomondan bobosi va dadasining bobosi ham, din ishlari bo‘yicha xodim, dinshunos mutaxassislar bo‘lishgan. Ona tomondan aksar qarindoshlari ham xudojo‘y, dindor kishilar edi. Plank mansub bo‘lgan oila va yaqin qarindoshlar doirasi, hamda uning do‘st-birodarlari – asosan ziyolilar, o‘qituvchilar, advokatlar, oliy mansabdor davlat xizmatchilari va dindorlardan iborat bo‘lgan. Maks Plank yoshlik yillarida intellktual rivojlanishga to‘sqinlik qiluvchi moddiy yetishmovchiliklarni ko‘rmagan. Uning ermak va qiziqishlari esa (masalan Boltiq dengizidagi yozgi oromgohda dam olish kabi) o‘sha davrdagi o‘rtahol va boy olmon xonadoni uchun oddiy holat edi.

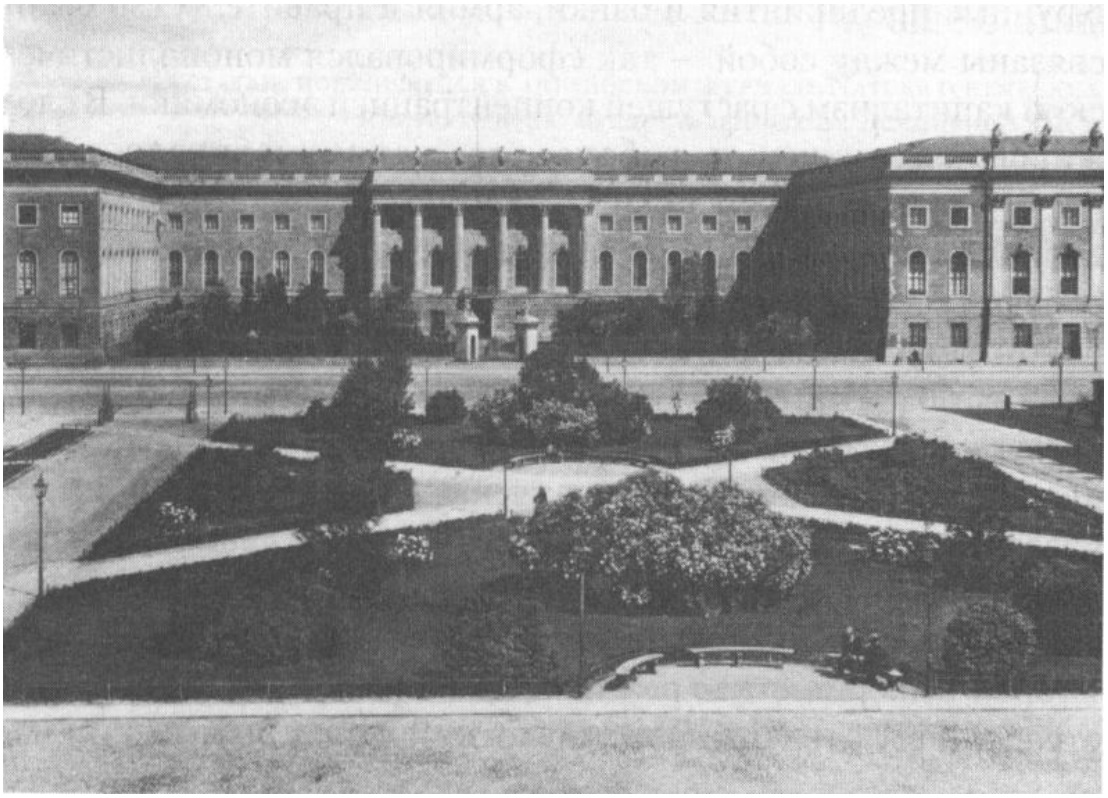
Bunday oilada konsevratik ruh bo‘lmasligining imkoni yo‘q. Lekin Planklar oilasining konservatizmi, samimiy, ziyoliy va anchayin tolerant ruhiyat hukmron konservatizm bo‘lgan. Maks Plank avvalo o‘z aqliga tayanib ish qiladigan, munozara uchun doimo ochiq shaxs bo‘lib, siyosiy qarashlariga ko‘ra turli qutblarga mansub kishilar bilan ham juda oson va yengil til topisha olgardi, zero u o‘z hayoti mobaynida, hokimiyatga intilishning eng ekstrimal ko‘rinishlarini ham kuzatishiga to‘g‘ri kelgan. U xotin-qizlarning ham oliy ma’lumot olishga teng huquqli ekanligini ta’kidlardi va doimo shunday huquq himoyachilari trafida bo‘lardi. Xususan u XX asrning mashhur atoqli olimalaridan bo‘lmish Liza Meytnerning (1878-1968) ustozi bo‘lgan. Oshkora radikal millatchilik va antisemiizm kayfiyati hukmronlik qilgan mustabid yillarda ham Plank, doimo kishilarning millati va irqidan qat’iy nazar

ularning qadr-qimmati va izzat-nafsi hurmat qilinishini, huquqlari ta’minlanishini tarafdori bo‘lgan va buni amalda ta’minlashga intilgan.

1867 yilda Planklar oilasi Myunxenga ko‘chib o‘tadi. Qahramonimiz mahalliy gimnaziyada o‘rta ta’limni tugallab, Universitetga o‘qishga kiradi. Maks Plank o‘ta iste’dodli talaba bo‘lib, u chet tillarini, matematika, tarix va ayniqsa musiqani juda yaxshi o‘zlashtirgan. Do‘stlari va ustozlari esa uni to‘g‘riso‘zligi hamda, haqiqatparvarligi uchun qattiq hurmat qilishgan. U gimnaziyani a’lo baholarga tamomlagan. Gimnaziyadagi ustozlaridan biri German Myullerning ta’siri ostida unda ilm-fanga nisbatan ishtiyoq uyg‘ondi va u, Myunxen Universitetining amaliy fizika va matematika fakultetiga o‘qishga topshirdi.

Maks Plankning olim va shahxs sifatidagi timsolini to‘liq tasavvur etish uchun, uning bolalik va yoshlik yillari kechgan davrning ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy manzarasi bilan tanishmoq darkor. Bu paytlarda olmon siyosati to‘liq bitta shaxsga – Otto fon Bismarkka (1815-1898) bo‘ysunardi. Prussiya kansleri Bismark, barcha olmon yerlarini birlashtirish g‘oyasi bilan yashagan. Birin-ketin yuz bergan uchta urushlar natijasida Prussiya davlati Germaniyaning boshqa yerlariga nisbatan, shuningdek Avstro-Vengriya imperiyasiga nisbatan ham yetakchi nufuzli mamlakatga aylanib oldi. Mazkur urushlarning dastlabkisi, ya'ni Daniya bilan urush yuz bergan vaqtda hali bolakay bo‘lgan Plank, o‘zining kichikkina ona shaxrini Prussiya askarlari qanday egallab olganini guvohi bo‘lgan edi. Bu Plankning hayotidagi birinchi marta urush bilan yuzma-yuz kelishi edi (hayotining so‘nggi yillari u ona shaxri tuprog‘ida yana begona askarlarni ko‘rishiga to‘g‘ri keldi, faqat bu safar ular amerika askarlari edi). Shlezvig-Golshteyn gersogligi bilan birgalikda, Kil shahri ham Prussiyaga qo‘shib olindi. 1866 yili ikkinchi urushda Prussiya Avstriyani mag‘lub etdi, uchinchi – Fransiya-Prussiya urushida esa, faranglar ustidan ham g‘alaba qozondi.

Fransiya ustidan erishilgan g‘alaba barcha janubiy olmon yerlarini Prussiya qo‘l ostida birlashuviga olib keldi va 1871 yilning 18 yanvarida Vilgelm I (1797-1888) Versalda birlashgan Germaniyaning Imperatori sifatida taxtga o‘tirdi. *Ikkinchi imperiya* deb nomanuvchi bu davrda, Prussiya va Otto fon Bismark German davlatlarining birlashuvi borasida siyosat yuritishdi. Parlament shunchaki ziynat uchundek ko‘rinardi va u amalda unchalik katta siyosiy ahamiyat kasb etmasdi. Deyarli barcha hokimiyat Imperator, kansler va boshqa amaldorlar qo‘lida bo‘lgan. Bismark hokimiyat tepasida to 1890 yilgacha, ya'ni, imperator Vilgelm I ning ikkinchi o‘g‘li, davlat boshqaruvi borasida otasinikidan farq qiluvchi o‘z shaxsiy qarashlariga ega bo‘lgan shahzoda Vilgelm II (1859-1941) anchayin qarib qolgan kanslerning xizmatlaridan voz kechguniga qadar hukumat tepasida bo‘ldi. Bismark hokimiyatdan mosuvo bo‘lgan chog‘da Maks Plank 34 yoshda edi.



Yuqoridagi chapdagi rasmda: **Maks Plank 1878 yilda**. Yuqorida o‘ngda: **Plank, uning xotini Mariya Merk va ularning to‘rt farzandi – Karl, Ervin, egizak qizlari Greta va Emma**.

Pastdagi suratda: **Plank 1877 yilda Berlindagi Fridrix Vilgelm Universitetiga kochib o‘tgunicha o‘qigan Myunxen Universitetining 1880 yilga taaluqli litografiyasi**.

XIX asrning so‘ngi choragi keskin iqtisodiy va ijtimoiy o‘zgarishlar davri bo‘ldi. Asr o‘rtalarida boshlangan sanoatlashish sur’ati Germaniyani jahonda yetakchi qudratli sanoatlashgan mamlakatga aylantirdi va u taraqqiyot ko‘lami bo‘yicha Buyuk Britaniyaga tenglashib oldi. Sanoat bilan birgalikda, ham sabab, ham oqibat omili o‘laroq, mamlakatda ilm-fan va texnika ham jadal taraqqiy topa boshladi. Butun mamlakat bo‘ylab, ayniqsa Berlinda, muayyan sanoat sohasiga biriktirilgan ko‘plab yirik ilmiy-tadqiqot markazlari vujudga keldi. Ulardan biri – 1887 yilda tashkil qilingan Imperial fizika va texnologiya instituti bo‘lib, aynan ushbu dargoh, energiya kvantining kashf qilinishida hal qiluvchi ahamiyat kasb etgandi.

Agar Angliyada bozor munosabatlariga davlatning aralashuvi kerak emas deb hisoblangan bo‘lsa, olmon kapitalizmi avvalboshdanoq davlatning kuchli nazorati ostida bo‘lgan. Yirik korxonalar va banklar, armiya va hukumat o‘zaro chambarchas bog‘langan bo‘lib, rivojlanishning monopolistik kapitalizmga asoslangan olmon modeli shu yo’sinda shakllantirilgan edi. Yuzaga kelgan vaziyatda ishchilar harakati kuch to‘play boshladi (yoddan chiqarmaylikki, Karl Marks va Fridrix Engels nemis bo‘lsihgan). Olim va o‘qituvchi Maks Plank ishchilar harakatiga hecham xayrixoh bo‘lmagan; lekin masalan Eynshteyn bu harakatning tarafdori bo‘lib, u yoshligidanoq olmon sotsial-demokratlariga xayrixoh edi va o‘zini sotsialist deb hisoblardi. Biroq, aksilqutbiy siyosiy qarashlar ham ushbu ikki buyuk olimlarning o‘zaro yaqin do‘stligiga rahna sololmagan. Bu ham bo‘lsa, Plank garchi konservator bo‘lganligiga qaramay, ochiq va tolernat shaxs bo‘lganligining yaqqol isbotidir.

Saboatlashishning jadallashuvidan tashqari, ikkinchi imperiyaning o‘ziga xos belgilaridan yana biri, millatchilik kayfiyatining ildiz otishi bo‘lgan. 1871 yilda mamlakatning birlashuvi pinhona ichki ayrimachilik va ziddiaytlarning kichayishiga olib keldi. Yangi federal davlatning alohida qismlarida eskicha mahalliy qonunlar va hatto monarxiya boshqaruvi ham saqlanib qolgandi va bunday sharoitlarda millatchilikning avj olishi siyosiy hukmron doiralar uchun ijtimoiy-siyosiy qurol sifatida kerak edi. «Yangi nemislar»ning millatchilik kayfiyati va hissiyotlarini boshqarish borasida kalit bo‘lib, milliy ta’lim tizimi xizmat qilardi.

XX asr boshidagi Germaniyaning ijtimoiy, iqtisodiy, ilmiy, hamda sanoat qudratini yaqqol namoyish qulivchi narsa, mamlakatning 1900 yildagi Parijda o‘tkazilgan Butunjahon ko‘rgazmasidagi ishtiroki bo‘lgan desak yanglishmaymiz. Germaniya pavilyoni boshqa barcha davlatlarnikidan balanroqqa joylashtirilgan. Olmonlar o‘z mahsulotlarini namoyish qilar ekanlar, ularning kashfiyotchisi, yoki ishlab chiqaruvchisi aynan olmonlarlar ekanligiga alohida urg‘u berib gapirishardi. Ko‘rgazmaga tashrif buyuuvchilar Germaniyaing gazlarni siqish va suyultirish, elektrokimyo hamda yoritish borasidagi yutuqlaridan hayratlarini yashirolmagan edilar. Aynan shu davrdan boshlab, butun dunyo bo‘yicha eng sifatli mahsulot aynan Germaniyaniki, olmonlarniki ekaniligi haqida tasavvurlar tarqala boshlagan.

Bu manzara ingliz kishisi uchun yoqimli boʻladinganga oʻxshamaydi, lekin u oʻz mamlakati tomonidan namoyishga qoʻyilgan mahsulotlarni koʻzdan kechirsa, yanada badtarroq ma’yuslanadi.

Angliyaning «Nature» jurnalida, 1900 yilgi Butunjahon koʻrgazmasida namoyish qilingan olmon oʻlchov texnikalari haqida yozilgan maqoladan.

Sanoatlashish jarayoni hech boʻlmaganda boshlangʻich minimum ma’lumotga ega boʻlgan ishchi kuchini talab qilardi. Shu sababli ham 1870 yildan 1914 yilgacha boʻlgan davrda butun Yevropa boʻylab boshlangʻich maktablar tashkillana boshladi. Bismark zamonasida, boshlangʻich ta’limdan boshlab, oraliq bosqich – gimnaziyalarda davom etuvchi, keyin esa, ta’limni oliy ma’hadlarda, ya'ni, universitetlarda davom ettirilishini koʻzda tutuvchi davlat ta’lim tizimi shakllandi va amaliyotga joriy etildi. Universiteti oʻqituvchilari davlat xizmatchilari sanalishardi va imperatorga sodiqlik haqida qasamyod qabul qilishlari shart edi. Aynan ushbu omillar, Maks Plank oʻsib katta boʻlgan muhitni shakllantirgan edi va XX asr boshida yashagan aksariyat olmon olimlariga xos jihat – millatchilik ruhiyati ham shu narsa bilan izohlanadi.

Juda bir qiziq holat mavjud: XIX asr soʻngida Germaniyada yoʻlga qoʻyilgan sanoat ishlab chiqarish uslublari, hamda, oʻsha davrlarda asos solingan ulkan yirik korxona va koorporatsiyalarning bizgacha yetib kelgan nomlari, asosan ularning kashfiyotchisi va ixtirochisi boʻlgan olimlar ismlari bilan bogʻliq: Simens, Bayer, Seys... Biz bunday nomlardan oʻnlab sondagisini yodga olishimiz mumkin va bu oʻsha paytdagi Germaniyaning ilm-fan bilan chambarchas boʻglangan qudratli sanoat taraqqiyotini ifodalab turibdi.

Maks Plank tomonida nazariy fizikadagi eng ulkan kashfiyotlardan bir amalga oshirilgan asrlar chegarasida, Germaniya davlati, ilm-fan va texnikaning barcha-barcha jabhalarida jahondagi eng ilgʻor, yetakchi va hukmron mamlakar sanalardi. Lekin mamlakatda oʻrnatilgan militaristik va avtoritar tuzum, nemis tabaa fuqarolarida millatchilik kayfiyatining tobora kuchayishiga zamin yaratayotgan edi. Mazkur ikki omil – ilmiy-texnikaviy taraqqiyot va siyosiy avtoritarizm, Germaniya davlatining, u bilan birga, Maks Plankning yakuniy fojeaviy dramatik taqdirida hal qiluvchi oʻrin tutdi.

Termodinamikani tadqiq qilish

U paytlarda Germaniyada oliy ma’lumotni faqat bitta oliygohda egallash urf bo‘lmagandi. Shu sababli Maks Plank ham, 1877 yilda Myunxenni tashlab, Berlinga yo‘l oldi. Berlinda Plankka olimlar German fon Gelmgolts (1821-1894) va Gustav Kirxgof (1824-1887) ustozlik qilishdi. Ularning har ikkalasi ham, XIX asr olimlari ichida eng baobro‘ shaxslar sanalishadi, lekin Plankning o‘zi guvohlik berishicha, ular unchalik ham yaxshi pedagog bo‘lishmagan ekan. O‘zining qisqacha tarjimai holi davomida Maks Plank, ustozi Gelmgoltsni, darsga tayyorlanmay keladigan va doska oldidagi hisob-kitoblarda doim yanglish yo‘l tutadigan yomon o‘qituvchi sifatida ta’riflaydi. Aftida talabalar bilan ishlash uning uchun zerikarli mashg‘ulot bo‘lgan bo‘lsa kerak va oqibatda bu zerikish talabalarga ham ko‘chib o‘tgan shekilli. Harholda Plankning qayd etishicha, Gelmgolts kurslari yakuniy pallasida, mashg‘ulotlarga Plankning o‘zi bilan hisoblaganda atiga uch nafar talaba qatnashadigan bo‘lib qolgan ekan.

Gelmgoltsning darslarga yaxshi tayyorlanmasdan kelishining boisini, uning aynan shu davrda Maksvellning elektromagnetizm nazariyasini chuqur o‘rganish bilan band bo‘lganidan deb izohlash mumkin. Germaniyada Maksvell nazariyalari hali keng tarqalmagan edi va Gelmgoltsning harakatlari tufayligina, uning mamlakatida elektromagnetizm nazariyasiga nisbatan qiziqish uyg‘ondi. 1879 yilda, aynan Gelmgoltsning tashabbusiga ko‘ra, Prussiya Fanlar Akademiyasi tomonidan yuqori chastotali zanjirlar uchun Maksvell nazariyasining tasdiqini yoki, inkorini keltiruvchi ilmiy ish uchun mukofot e’lon qildi. Mukofotni Gelmgoltsning shogirdi Genrix Gers (1857-1894) qo‘lga kiritdi. Uning tadqiqotlari keyinchalik, 1888 yilda elektromagnit to‘lqinlarning kashf etilishiga, hamda, Maksvell nazariyasining to‘liq tasdiqanishiga olib keldi.

Gelmgoltsning 1877 yil qishida o‘qigan ma’ruzalari aksariyat talabalarda zarracha qiziqish uyg‘otmagan bo‘lsa hamki, Maks Plank unda elektromagnetizm sohasining istiqbollari haqida to‘g‘ridan-to‘g‘ri, birinchi og‘izdan yangi ma’lumotlarni tinglab olgandi. Chunki elektromagnetizm Maks Plankning tadqiqotlarida ham muhim o‘rin tutardi. Berlindan professor darajasi bilan qaytib kelgan Plank, Gelmgolts bilan toki u vafot etgan 1894 yilgacha do‘stona aloqalarni saqlab qolgan.

O‘zining beparvo hamkasbi Gelmgoltsdan farqli o‘laroq, Plankning ikkinchi ustozi Gustav Kirxgof ma’ruzalarga juda puxta tayyorlanar, matnlarni yoddan bilar va ularni biror chekinishlarsiz o‘qib berardi. Shu sababga ko‘ra, uning darsida ham tinglovchilar o‘z esnoqlarini bazo‘r bosib o‘tirishardi. Lekin baribir (bu esa Plank uchun hammasidan ham eng muhimi bo‘lgan) bu ustozi ham o‘z shogirdlarini ilm-fanning eng ilg‘or yutuqlari va dolzarb muammolari bilan tanishtirib borardi. Plankni aynan Kirxgof, termodinamika sohasidagi yangi tadqiqotlar olamiga yo‘lboshchi

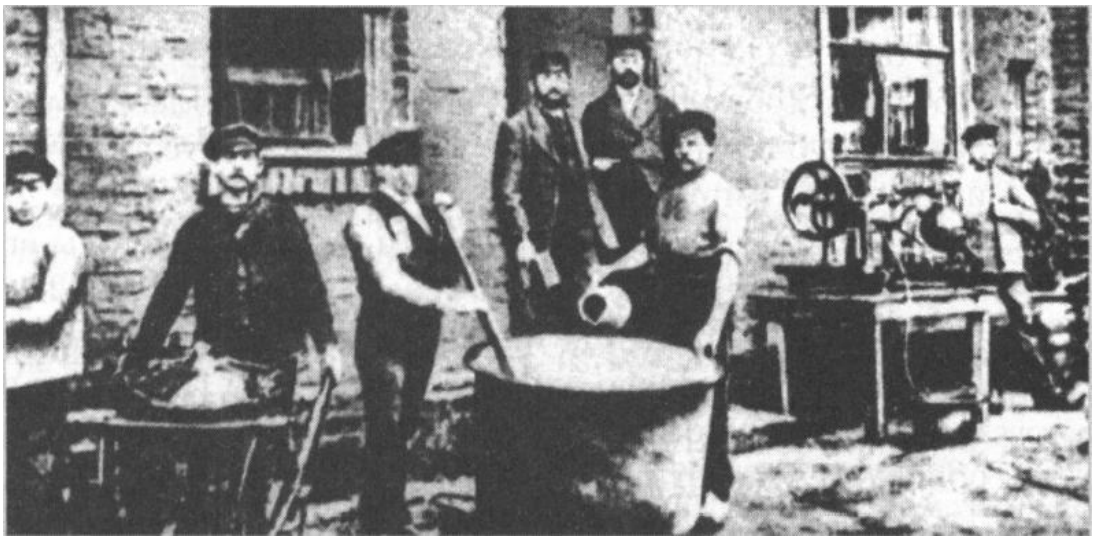
sifatida boshlab kirgan. Yillar o‘tib Plank, marhum Kirxgofning «Issiqlik nurlanishi nazariyasi» nomli ilmiy ishini, ustozining nomidan nashrdan chiqarish ishlarini amalga oshirgan.

Germaniyaning texnologik qudratidan darak beruvchi uch misol

O‘z ta’sischisi Ernst Verner fon Simens (1816-1892) familiyasiga ko‘ra nomlangan «Siemens» firmasi, Germaniyani va umuman Yevropa qit’asini elektrlashtirish borasida yetakchi ijrochi kompaniya sanalgan. U tomondan tashkil qilinga telegraf-qurilish firmasi, elektr toki hosil qiladigan dinamo-mashinalar va alternatorlarni va ulardan chiqqan tokni ste’mol qiluvchi lampalar hamda elektrodvigatellarni ishlab chiqarar edi. Korxona shuningdek elektropoyezdlar ishlab chiqarilishi masalalari bilan ham shug‘ullangan. Yuqorida qayd qilingan Imperial fizika va texnoligiya instituti Simens tomonidan moliyalashtirilar va unga ko‘ra institutda elektr bilan yoritish masalalari bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Ikkita jahon urushlaridan keyin ham Simens qudratli transmilliy koorporatsiya maqomini saqlab kelmoqda.

1846 yilda olmon optik ustasi Karl Seyss (1816-1888) tomonidan asos solingan «Zeiss» kompaniyasi avvalboshdanoq, o‘ta aniq optik asbob-uskunalar ishlab chiqaruvchi yetakchi korxonaga aylangan. Aynan «Zeiss» ishlab chiqargan mikroskop orqali, Ramon-i-Kaxal neyron sinapsini kashf qilgan va sut emizuvchilarning ko‘z to‘r pardasi strukturasini tadqiq qilgan edi. Bu kompaniya bugungi kunda ham mazkur soha yetakchisi sanaladi.

Yuqorida yodag olingan kompaniyalar ichida uchinchisi va ehtimol eng mashhuri «Bayer» bo‘lib, unga 1863 yilda Frirdrix Bayer (1825-1880) tomonidan asos solingan. O‘sha mashhur aspirinning savdosini Bayer XIX asr oxirida yo‘lga qo‘ygan edi va bu hanuzgacha davom etmoqda. Ikkinchi jahon urushi yillarida Bayer nemislarning kimyo sanoati konglomerati bo‘lmish Farben IG tarkibiga kirgan. Bu konglomerat Osvensim konslageri yaqinida, konslagerdagi asirlarning qullik mehnatidan foydalangan holda sun’iy kauchuk ishlab chiqarish zavodi qurgan edi. Urushdan keyin konglomerat uch qismga qayta bo‘lingan: Beyer, Basf va Hoechst – ularning har uchalasi ham hozirda transmilliy gigantlar sanalishadi.



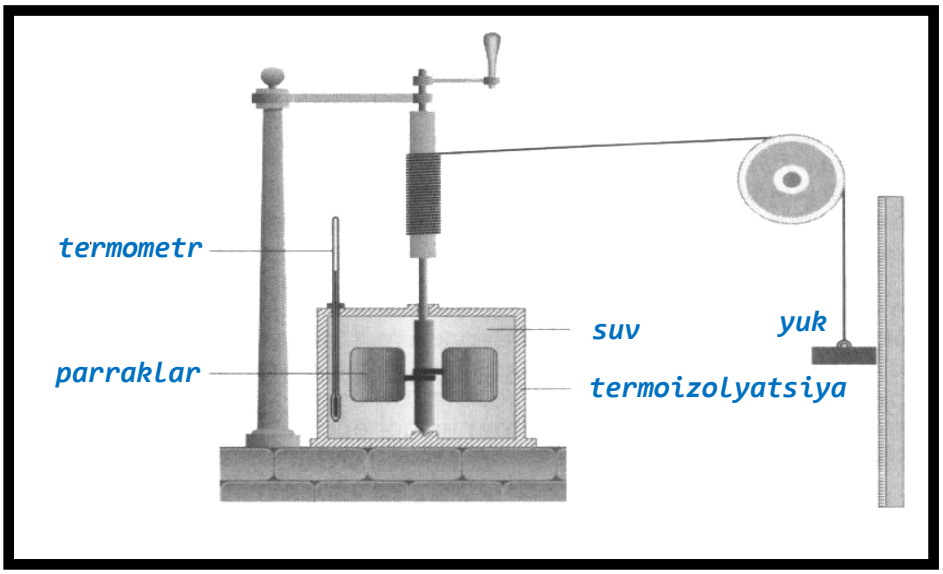
Elberfeld. Germaniya. 1878 yil. Fridrix Bayer tomonidan asos solingan «Bayer AG» laboratoriyasi ishchi-xodimlari

MAKSVELL VA BUYUK ELEKTROMAGNET SINTEZI

XIX asr o‘rtalarida elektromagnetizm nazariyasining taraqqiyoti katta chorraha oldida turardi. Andre Mari Amper (1775-1836), Maykl Faradey (1791-1867) va o‘sha zamonning boshqa fiziklarning ilmiy izlanishlari natijasida, elektr va magnit hodisalari orasidagi yaqol uzviy bog‘liqlik mavjudligiga ishora qiluvchi ko‘plab qonunlar va amaliy tajriba ma’lumotlari to‘plangan edi. Kashf qilingan fenomenlarni tushuntirib berish uchun ikkita asosiy tasvvur mahsullari bo‘lgan: ulardan biri masofadan ta’sir g‘oyasini ilgari suruvchilar guruhi bo‘lib, ikkinchi tarafda esa maydonlar nazariyasi tarafdorlari bo‘lishgan. Germaniyada Ernst Genrix Veber (1795-1878) barcha statik va dinamik elektr va magnit kuchlari uchun, elektr zaryadlarining masofadan turib ta’sirlashishiga asoslangan tarzda bayon qiluvchi formulani taklif qildi. Uning formulasi ikki jism orasidagi gravitatsion tortishish formulasiga o‘xshab ketardi, lekin bunda zarrachalarning tezlanishi va tezligi bilan bog‘liq boshqa ko‘plab o‘zgaruvchilar ham mavjud edi. Lekin, Plamkning ustozlaridan biri Gemlgolts, 1870 yilda energiyaning saqlanish qonunidan kelib chiqib, Veber formulasi asossiz ekanini isbotladi. Boshqa tarafda esa, o‘z in’ikosiga ko‘ra Maykl Faradeyga taaluqli bo‘lgan maydon nazariyasi mavjud bo‘lib, u magnit atrofidagi maydon, ipsimon narsalar bilan – *ko‘rinmas kuch chiziqlari* bilan qoplangan degan fikrni ilgari surgan. Uning tasavvuridagi o‘sha ipsimon kuchlarning (iplarning) taranglik ko‘rsatkichi magnitning qutblari orasidagi itarish yoki tortishish kuchiga muvofiq kelishi kerak edi. Faradey shuningdek elektr kuch chiziqlarini ham musbat va manfiy zaryadlarni o‘zaro bog‘lovchi hamda tortishish keltirib chiqaruvchi usnur tarzida tasavvur qilgan. Shotlandiyalik Jeyms Klark Maksvell (1831-1879) Faradey g‘oyalarining matematika ifodasini aniqladi va elektr hamda, magnetizm qonunlarining unifikatsiyalangan nazariyasini shakllantridi. Uning g‘oyalari avvaliga mexanikaga asoslangan bo‘lgan va bunda barcha elektromagnit hodisalari, zamona tasvvurlariga ko‘ra, fazoni doimiy to‘ldirib turuvchi muhit – efirning dinamikasi mahsuli deb qaralgan. Maksvell nazariyasi nafaqat mavjud hodisalar uchun tushuntirish beribgina qolmasdan, balki efir to‘lqinlarni taratishi mumkinligi haqida ham ilmiy bashorat bergan edi. Chunki, qattiq jism tebranishlarni uzatishi bu vaqtda ma’lum bo‘lib ulgurgandi. Maksvell ushbu to‘lqinlarning ega bo‘ladigan tezligini hisoblab chiqdi va yorug‘lik tezligiga yaqin tezlikni aniqladi. U shunday yozgan edi: «*Biz yorug‘lik nuri ham tebranma to‘lqinlardan iboratligi hamda, elektr va magnit hodisalarini keltirib chiqaruvchi aynan o‘sha muhitning bo‘ylama tebranishlari mahsuli ekani haqidagi xulosalardan bazo‘r yuz ogirmoqdamiz*».

Plankning Berlinda tahsil olgan yillarida unga kuchli ta’sir ko‘rsatgan uchinchi olim Rudolf Klauzius (1822-1888) bo‘lgan edi. Olim bilan shaxsan tanishishga bo‘lgan barcha urinishlari zoe ketishiga qaramay, Plank Klauziusning termodinamika borasidagi ilmiy ishlarini batafsil o‘qib chiqdi va ularni ishtiyoq bilan puxta o‘zlashtirishga kirishdi. Aytish joizki, ushbu ishtiyoq unda oxirigacha ham son’nmagan.

Maks Plank Berlinga o‘qishga yo‘l olgan vaqtda termodinamikaning dastlabki ikki bosh qonunlari ta’riflab bo‘lingan edi. Birinchi bosh qonun energiyaning saqlanishini ifodalaydi va uning eng mashhur talqinlaridan bir quyidagicha yangraydi: «Energiya yo‘qdan bor bo‘lmaydi, bordan yo‘q bo‘lmaydi. U faqat bir shakldan boshqasiga o‘tadi xolos». Bu qonunni asr o‘rtalarida olimlar Jeyms Joul (1818-1889), Yulius fon Mayer (1814-1878), Uilyam Tomson (1824-1907; keyinroq u lord Kelvin nomi bilan yanada mashhur bo‘lgan) hamda Gelmgoltsning o‘zi tomonidan kashf etilgan edi. Kashfiyotning mohiyati shunda ediki, ish bajaradigan va issiqlik hosil qila oladigan turli energiya shakllari va mexanik ish o‘rtasida miqdoriy tenglik-muvozanat mavjud bo‘lib, 1840-chi yillarda Britaniyalik Jeyms Joul, turli energiya shakllari orasidagi ekvivalentlikni isbotlovchi amaliy tajribalar seriyasini o‘tkazgan edi. Ushbu tajribalardan eng soddasini tushuntirish ham oson, lekin uni qayta tiklash juda qiyin masala: bu tajriba mohiyati shundaki, pastga tushyotgan yuk, suvga botirilgan parraklarni aylanishga majbur qiladi. Quyidagi rasmda ko‘rsatilganidek, blok, arqon va o‘q, yukning harakatini parraklarga uzatadi. Suvli idish termik izolyatsiyalangan bo‘lgan va Joul bunda yuk tushayotgan vaqtda suv ilib qolayotganini payqab qolgan. Yukning potensial gravitatsiya energiyasi issiqlikka aylangandi. Joul quyidagicha xulosaga keladi: bir funt suvni Farengeyt bo‘yicha 50 darajadan 51 darajagacha isitish uchun, vazni 817 funtga teng bo‘lgan yukni bir fut pastga tushirish kerak ekan.



Joulning ushbu tajribasidan potensial gravitatsiya energiyasini issiqlikka aylantirish mumkinligi aniqlandi. Ya'ni, suvni Farengeyt bo‘yicha 50 darajadan 51 darajaga isitish uchun, 817 funt vaznli yukni 1 futga pastga tushirish kerak ekan.

SERQIRRA ENERGIYA

Xalqaro Birliklar Tizimi – SI dagi ish va energiya birligi nomi Joul (J), olim Jeyms Joul sharafiga atalgan. Biz 1000 Joulni turli usullar bilan olsihimiz mumkin:

a) 64 mg glyukozani yonishidan suv hamda, karbonat angidrid gazi hosil bo‘lishida. Glyukozada biz kimyoviy energiya deb nomlaydigan energiya turi mavjud. Bunday reaksiya bizning mushaklarimizda doimiy sodir bo‘lib turadi va aynan uning natijasida biz o‘z harakatimiz orqali mexanik ish bajaramiz va tanamizda issiqlik hosil bo‘ladi;
b) 0.1600 mikrogram (1.6×10^{-9} gramm) vodorodning yonib geliy hosil bo‘lishida. Yulduzlarda sodir bo‘luvchi ushbu yonish jarayoni, Quyosh energiyasining manbai sanaladi.

1000 J energiyaga ega bo‘lgan holda biz:

- Tennis koptogiga taxminan 360 $\frac{km}{soat}$ tezlik berishimiz mumkin (bu kinetik energiyaga misoldir);
- Pildiroqni taxminan daqiqasiga 1800 aylanish bilan aylantirib yuborshimiz mumkin (bu ham kinetik energiya);
- 1 kg olmani taxminan 100 metr balandlikka ko‘tarishimiz mumkin (bunda olm alar potensial gravitatsiya energiyasiga ega bo‘lib qoladi);
- 1 litr suvning haroratini 0.25 °C ga ilitishimiz mumkin (Joul, ishni issiqlikka aylantirgan o‘sha mashhur tajribasida aynan shu ishni bajargan)

Termodinamikaning birinchi bosh qonuni quyidagicha matematika ifodaga ega: fizik sistemaning ichki energiyasi, issiqlikning ortishiga proporsional ravishda ortib boradi va bajarilgan ishga proporsional ravishda kamayib boradi. Energiyaning o‘zgarishini $\Delta\boldsymbol{U}$ bilan, sistemaning bajargan ishini $\boldsymbol{W}$ bilan, sistemaga berilgan issiqlikni esa $\boldsymbol{Q}$ bilan belgilasak, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\Delta U = W - Q$$

Termodinamikaning birinchi bosh qonuning eng mashhur xulosalaridan biriga ko‘ra, mashina tashqaridan energiya qabul qilmasdan ishlay olmaydi degan tasdiqdir. Ishning to‘liq sikli yakuniga ko‘ra, mashining yakuniy holati, o‘zining boshlang‘ich holatiga tenglashadi, shu sababli ham, $\Delta\boldsymbol{U}=0$ bo‘ladi. Agar biz mashina bitta sikl mobaynida muayyan W ishni bajarishini istasak, biz unga shunday Q issiqlik uzatishimiz kerakki, $Q-W=0$ bo‘lsin. Tashqaridan energiya olmasdan ishlaydigan mashinaning mavjud bo‘lishi termodinamikaning birinchi bosh qonuniga ziddir. Bunday mashina *birinchi tur abadiy dvigateli* deyiladi.

Yukni ko‘tarish va o‘z issiqlik manbaini sovitishdan boshqa biror ish bajarmaydigan hamda muayyan davriylikka asoslanib ishlaydigan mashinani yasashning iloji yo‘q.

Plank «Termodinamika bo‘yicha ma’ruzlar»da, termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini shunday ta‘riflagan (1897-yil).

Termodinamikaning birinchi bosh qonunidan ko‘p o‘tmay, uning ikkinchi bosh qonuni ham shakllantirildi. Ikkinchi bosh qonun turli olimlar tilida turlicha talqin qilinsa-da, lekin bu talqinlarning barchasi yagona mohiyatni iddao etardi. Bizningcha, Klauziusning ta’rifi kundalik amaliy tajribaga ko‘proq mos keladi: «*Yagona natijasi sovuqroq jismdan issiqroq jismga issiqlik miqdori tashishdan iborat bo‘lgan jarayon mavjud emas*». Boshqacha, oddiyroq aytganda esa, issiqlik faqatgina harorati balandroq jismdan harorati pastroq jismga o‘tadi xolos. Hech qachon aksincha bo‘lmaydi.

Ba’zan, olingan barcha iq miqdorini to‘laligicha ishga aylantira oladigan hayoliy dvigatelni ikkinchi tur abadiy dvigatel deyiladi. Plank ta’rifiga ko‘ra, bunday dvigatelni yasash inkonsizdir. Biroq, agar biz internetga nazar tashlaydigan bo‘lsak, o‘zining termodinamika qonunlariga zid bo‘lgan shunday abadiy dvigatel yasay bilishini aytib jar solayotgan yuzlab odamlarni topamiz. Ulardan ayrimlari hatto shunday abadiy dvigatellarni sotuvga ham chiqarishgan! Plank va Klauzius ta’riflarining shaklan va mazmunan turlichaligiga qaramay, termodinamika bo‘yicha istalgan boshlang‘ich qo‘llanmalar matnida ham, shunga o‘xshash ekvivalent, o‘zaro muvofiq mohiyatli misralarni topish mumkin.

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni bilan, Klauzius tominidan fanga kiritilgan *entropiya* tushunchasi uzviy bog‘liqdir. Olim ushbu atama uchun, yunoncha έντροπία, ya'ni, «almashinish» ma’nosidagi so‘zdan foydalandi. Entropiyani belgilash uchun fanda odatda ***S*** belgisidan foydalaniladi. Entropiya – gap bitta jism haqidami, yoki, bir necha jismlarning o‘zaro ta’siridan iborat sistema haqidami, bundan qat’iy nazar, barcha makroskopik fizik sistemalarga taaluqli bo‘lgan xossadir. Biz biror ***T*** haroratli jismga ***Q*** issiqlik miqdorini uzatsak, unda biz mazkur jism entropiyasini ΔS kattalikka oshirgan bo‘lamiz:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini quyidagicha ta’riflash mumkin: «*Berk sistemaning entropiyasi kamayishi mumkin emas. U yoki o‘sib boradi yoki o‘zgarishsiz saqlanadi* ».

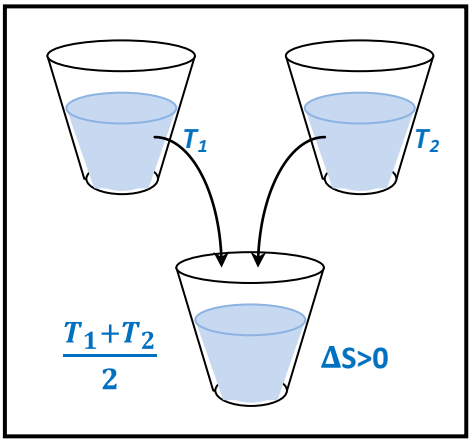
Bunday ta’rif nisbatan mavhumroq va jumboqli ko‘rinadi. Shunga qaramay, u nazariy fizika nuqtai nazaridan anchayin foydaliroqdir. Maks Plank o‘zining qora jism nurlanishiga oid ilmiy ishlarida aynan ushbu ta’rifdan foydalangan bo‘lib, shu sababli biz ham u haqida mufassalroq to‘xtalamiz.

Biz ushbu ta’rifning Klauzius ta’rifi bilan ekvivalent ekanini yaqqol ko‘rish uchun, $\boldsymbol{T}_1$ va $\boldsymbol{T}_2$ haroratli ikkita jismni, masalan, quyidagi rasmdagidek ikkita suvli stakanni tasavvur qilamiz. Biz birinchi stakanda $\boldsymbol{Q}$ issiqlik miqdorini ajratib olib, uni ikkinchi stakanga uzatamiz. Birinchi stakanning entropiyasi $\frac{Q}{T_1}$ miqdorga kamayadi. Ikkinchi stakanniki esa $\frac{Q}{T_2}$ ga ortadi.

Sistemaning umumiy entropiyasi esa quyidagicha o‘zgaradi:

$$\Delta S = \frac{Q}{T_2} - \frac{Q}{T_1} = Q\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

Sovuq va issiq suv o‘zaro aralashtirilsa, o‘rtacha haroratli iliq suv hosil bo‘ladi. Jarayonda sistemaning umumiy entropiyasi ortadi.

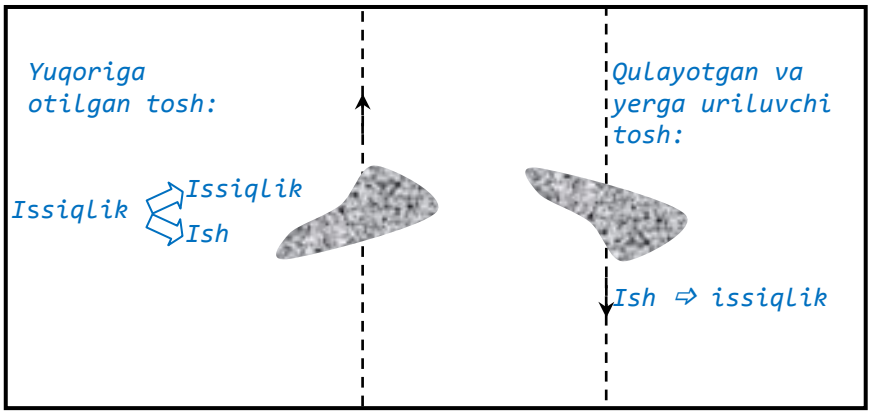


Entropiyaning ortishi uchun, $\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}$ farq musbat bo‘lishi lozim. Buning uchun esa, $\boldsymbol{T}_1$ ning qiymati $\boldsymbol{T}_2$ dan katta bo‘lishi kerak. Ya'ni, issiqroq jism o‘z haroratining ma’lum qismini uzatdi, sovuqroq jism esa uni qabul qildi. Entropiya kamayishi kerak bo‘ladigan aks jarayon esa imkonsizdir.

Termodinamikaning ikkinchi qonunidan ko‘plab xulosalar kelib chiqadi va biz ularni kundalik turmushda yaqqol kuzatishimiz mumkin. Shulardan biri, energiyaning bir turdan boshqa turga o‘tishidir. Agar biz toshni yerga tashlasak nima yuz beradi? u bir yoki ikki marta sapchib sakrab, oxiri baribir to‘xtaydi. Toshga uzatilgan energiya yo‘qotildimi? Yo‘q, havo va yer bilan ishqalanish uni issiqlikka aylantirdi. Tosh bilan bog‘liq holatda ushbu issiqlik uzatilishini sezish juda mushkul. Lekin keskin tormozlangan mototsiklning tormoz diski borasida tekshirib ko‘rsak, tormoz diski va uni o‘rab turgan boshqa jismlar o‘rasidagi harorat farqini yaqqol ko‘ramiz. Shuningdek biz, Yer sirtiga kelib urilgan meteoritlarning zarbasidan qolgan kraterlarga nazar solish orqali ham, energiyaning bir turdan boshqasiga aylanishini ko‘rishimiz mumkin. 160 yaqin kraterlar ma’lum va ularning sirtidagi tuproq hamda toshlar erib, qayta qotgan va endilikda ularning tashqi ko‘rinishi oddiy jinsdoshlarinikidan tafovutlanadi. Bu jarayonlar bizga shundan tilsiz guvohlik berib turibdiki, toshning, tormoz diskining hamda meteoritning boshlang‘ich mexanik energiyasi issiqlikka aylangandir.

Biz yerga kelib urilgan toshning sochilib ketgan energiyasini qayta yig‘ib olib, uni toshga yana avvalgidek boshlang‘ich tezlik bilan teskari yo‘nalishda qaytib uchib keta oladigan qilib sarlasak bo‘ladimi? Afsuski aynan o‘sha energiya miqdori bilan

buni bajarishning iloji yo‘q. To‘g‘rirog‘i, bu ishni uddalash uchun bizga avvalgidan biroz ko‘proq energiya kerak bo‘ladi. Biz toshni issiqlik yordamida qimirlatishimiz mumkin, lekin, Plank ta’rifiga ko‘ra, tosh yerga kelib urilganida hosil bo‘lgan va tarqalgan barcha issiqlik miqdorini, toshni harakatlantirish uchun sarflay olmaymiz (rasmga qarang). Ushbu issiqlik miqdorining muayyan qismi, atrof muhitga tarqalib ketadi va buni oldini olishning imkoni yo‘q.



Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuniga ko‘ra, olingan barcha issiqlik miqdorini ishga aylantiradigan dvigatelning bo‘lishi imkonsizdir. Rasmda ko‘rsatilganidrk, biz toshni issiqlik yordamida otib yuborishimiz mumkin, lekin bunda sarflangan barcha issiqlikni harakatga aylantira olmaymiz.

Shunga o‘xshash hodisa avtomobillarimiz dvigatellarida har kuni sodir bo‘ladi. Benzin va havo aralashmasi detonatsiyasidan hosil bo‘luvchi kimyoviy energiya issiqlikka aylanadi. Detonatsiya natijasida hosil bo‘lgan siqilgan qizigan gazlar porshenni harakatga keltiradi. O‘z navabtida porshen ham tirsakli valni, u esa keyingi bosqich tishli uzatmalar orqali g‘ildiraklarni harakatga keltiradi. Detonatsiya natijasida hosil bo‘luvchi energiyaning bir qismi avtomobilni harakatlantirish uchun sarflanadi, lekin qolgan qismi esa, issiqlik energiya tarzida, dvigatelning o‘zini hamda, atrof-muhitni isitish uchun sarflanadi. Bu jarayonni oldini olishning chorasi yo‘q. Termodinamikaning ikkinchi qonuni, bu jarayonni «energiyaning “yo‘qotilishi” oldini olib bo‘lmas jarayondir» deb tushuntiradi. Biz «yo‘qotilishi» so‘zini bejizga qo‘shtirnoqqa olganimiz yo‘q. Chunki termodinamikaning birinchi qonuniga muvofiq, energiya hech qayoqqa yo‘qolmaydi. Bizning misolimizda u issiqlikka aylandi.

Termodinamikaning birinchi va ikkinchi bosh qonunlarining matematika ifodasini umumlashtirsak, entropiya, energiya, harorat va ishni o‘zaro uyg‘unlashtiruvchi quyidagicha tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$T\Delta S = \Delta U + W$$

Qahramonimiz Maks Plank, o‘zining qora jism nurlanishiga oid ilmiy ishlarida aynan ushbu ifodadan foydalangan.

Qora jism nega nurlanadi?

Gulhan oldida o‘tirib, biz go‘yoki olov tilining o‘ynoqi raqslariga oshufta bo‘lamiz. Ular bir xildek ko‘rinsa-da, aslida unday emas. Shunga o‘xshash oshuftalikni soy suvining o‘ynoqilab oqishiga qarab ham his qilish mumkin. Suvdagi xarsang yoki, shoh-shabba orqasida hosil bo‘luvchi uyurma girdob, doimo o‘z joyida tursa hamki, lekin tinimsiz o‘zgarib turadi. Misollarimizdagi olov va suv bir fizik sohani – turbulentlikni namoyish qilimoqda. Olov o‘z atrofidagi havoni shunchalik tez qizdiradiki, havo tezkorlik bilan ko‘tarilib, turbulentlik, ya'ni, uyurmalanishni hosil qiladi. Havodagi uyurmalanishni biz ko‘rolmasakda, kul va g‘uborning harakatidan payqashimiz mumkin.

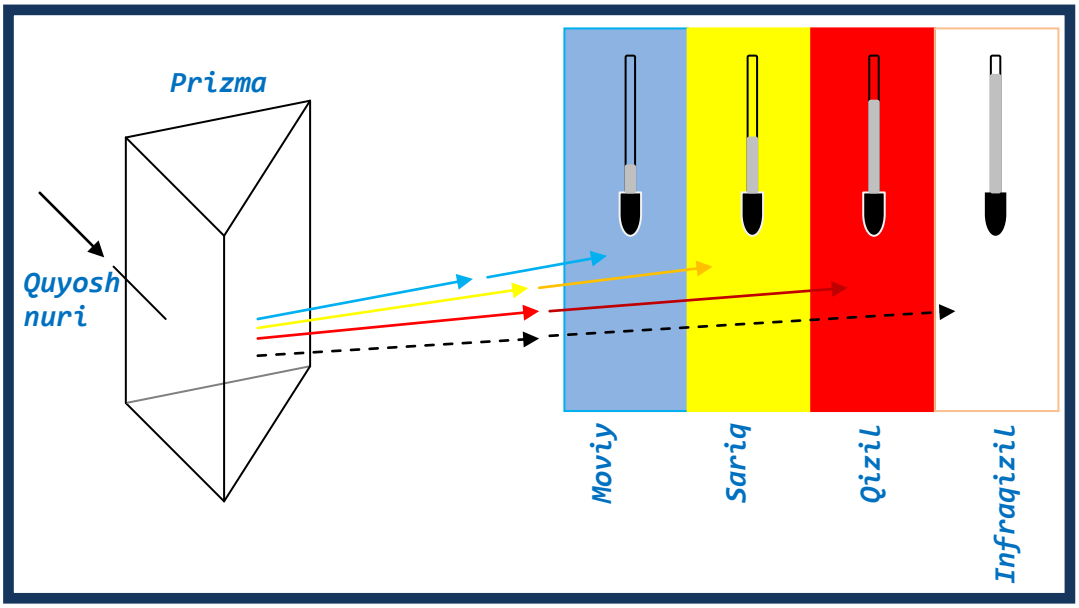
Boz ustiga olov bizni isitadi ham. Isitishni turli usullar bilan bajaradi (issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya va ho kazo). Lekin ayni damda bizni, olovga bevosita yaqinlashish orqali oladigan issiqlik, ya'ni undan taraluvchi nurlanish qiziqtirmoqda.

Olov bizga issiqlik nurlanishining turli xossalarini o‘rganishga yordam beradi. ko‘zga yaqqol tashlanadigan ilk xossa, nurlanishning to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqalishidir: jismlarning, shu jumladan tanamizning olovga ro‘para turgan tarafi isiydi, undan pana qismlari esa sovuqligicha qoladi. Biz orqaga o‘girilsak, issiqlikni ham faqat orqa tomonimiz bilan his qilamiz xolos. Issiqlik nurlanishining yana bir xossasi mavjud bo‘lib, biz unga shunchalik o‘rganib qolganmizki, bu xossa yaqqol ravshandek ko‘rinadi: nurlanish qanchalik jadal bo‘lsa, undan isiyotgan jism ham shunchalik kuchliroq qiziydi va uning ish bajarishi ham shunchalik tezlashadi. Haqiqatan ham, olovda yonayotgan o‘tin yoki, ko‘mir miqdorini oshirganimiz sayin, gulxan harorati ham ortib boradi, shunga muvofiq ravishda esa, uning nurlanishi ham kuchayadi.

Gulxan olovidagi kuzatish mumkin bo‘lgan yana bir xossa Mask Plankning ilmiy ishlarida markaziy mavzusi sanaladi. U issiq jismning rangi bilan bog‘liq. O‘tin qizib alanaglanishi va gulxanning yanada issiqroq bo‘lib borishi sayin, biz uning rangidagi o‘zgarishlarni kuzatishimiz mumkin bo‘ladi. Gulxanning nisabatan kamroq qizigan qismlari, garchi bizga issiqlik bersa-da, lekin ko‘rinadigan diapazondagi nurlanishlar chiqarmaydi. Ular infraqizil diapazonda nurlanish taratadi. Qizigan, cho‘glangan ko‘mir esa o‘ziga xos qip-qizil yorqin rangga ega bo‘ladi va u nisbatan yuqori haroratga ega bo‘ladi. Sariq qismlar 1400-1600 °C oralig‘idagi haroratga ega bo‘ladi. Gulxan qanchalik baland haroratga erishsa, uning rangi ham qizildan moviyga tomon shunchlik intensivlikka ega bo‘lib boradi. Biz gulxan olovi misolida ko‘rga hodisamiz – jism qanchalik kuchli qizigan bo‘lsa, unda taraladigan yorug‘lik ham shunchalik intensivroq bo‘lishi, shu bilan birga uning to‘lqin uzunligi shunchalik qisqa bo‘lishi amaliy tajribalarda isbotlangan.

Shunday bo‘lishiga sabab esa, yorug‘likning to‘lqin tabiati tufaylidir. Biz ko‘rib sezayotgan yorug‘lik nurlari, tarqalayotgan to‘lqinlarning ikkita yonma-yon maksimum va minimumi orasidagi masofani ifodalovchi to‘lqin uzunligiga chambarchas bog‘liqlikda taraladi. Qizil rangning to‘lqin uzunligi taxminan 700 nanometrga teng (nanometr – metrning milliarddan bir qismi, belgilanishi: ***nm***). Sariq rangning to‘lqin uzunligi 580 nm; moviyniki esa 500 nm dan sal qisqaroq. Kamalak ranglari bo‘ylab harakat qilganda, qizildan moviy (ko‘k) rang tomon to‘lqin uzunligi qisqarib boradi.

Buyuk ingliz-olmon astronomi Uilyam Gershel (1738-1822) 1800 yilda hayratlanarli kashfiyotni amalga oshirdi. U Quyosh nurini prizma orqali o‘tkazdi. Bunda nur turli ranglarga ajraldi, bu effekt Nyuton zamonasidan buyon ko‘plab ziyolilarga ma’lum edi. Gershel ish stolida, binafsharangdan qizilgacha bo‘lgan barcha ranlar jilosini namoyon qiluvchi yo‘laklar akslangan edi. Shunda Gershel uchi harorat sezuvchanligi ortirilgan qilib maxsus qora rangga bo‘yalgan bir necha simobli termometrlarni, quyidagi rasmda ko‘rsatilgandek tarzda, spektrdan taralayotgan har bir rang chiziqlariga qo‘yib chiqdi.

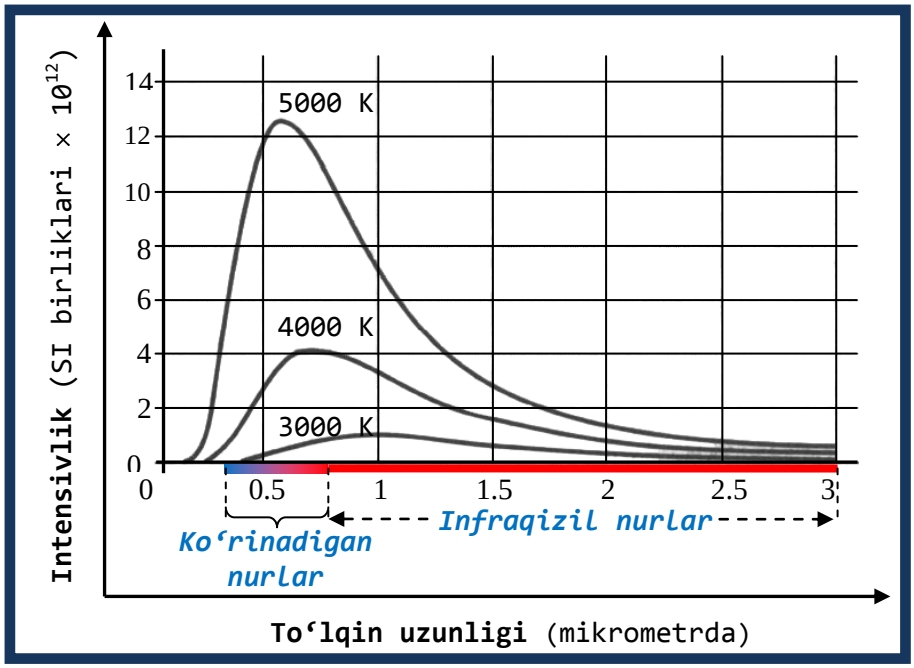


Uilyam Gershel 1800 yilda o‘tkazgan mazkur tajribasi orqali, Quyosh spektridagi har bir rangning nurlanish intensivligi turlicha ekanini isbotladi. Bundan tashqari olim infraqizil nurlanishni ham kashf qildi

Gershel spektrdagi har bir rang, termometrni turlicha qizdirayotganini payqab qoldi: qizil nurlar termometrni nisbatan kuchliroq, sariq rnag pastroq va ko‘k rang esa ancha past darajada qizdirardi. Lekin bu hali hammasi emasdi! Tadqiqotchi olim qizil rang tushib turgan chiziqdan nariroqda, hech qanday rang bo‘lmagan shunchaki bo‘sh joyga ham tasodifan bir termometr joylashtirdi. U termometr ham qizishda davom etdi, boz ustiga u ranglar hududidagi termometrlarga nisbatan tezroq isidi va yuqoriroq daraja namoyon etdi! Shu tarzda Uilyam Gershel infraqizil nurlanishlarni kashf etdi. Infraqizil nurlanishlarni avvalroq hech kim payqamaganligining yagona va oddiy sababi shuki, bu nurlarning to‘lqin uzunligini inson ko‘zi ilg‘ay olmaydi. Amaliy tajribada, mazkur termometrning shisha oynasi, ko‘rinadigan spektrning sariq

va ko‘k ranglarini ko‘proq akslantiradi, ko‘rinadigan spektrning qizil rangi hamda, ko‘rinmas infraqizil nurlarni esa nisbatan kamroq akslantirib, ko‘proq yutadi. Natijada shisha qoplama va simob qiziydi. Aksariyat qizigan jismlar o‘z energiyasining katta qismini quyidagi sxemada ko‘rsatilgani kabi, infraqizil nurlanish ko‘rinishida nurlatadi.

Issiqlik nurlanishining intensivligi turlicha haroratlardagi intensivligi: nurlanishning asosiy qismi spektrning infraqizil sohasida sodir bo‘ladi.



Endi muayyan dallilardan voz kechib, o‘zimizga o‘zimiz savol beramiz: nima uchun qora jism muayyan sharoitlarda nurlanish taratishi lozim? Bu savol g‘alati tuyilishi mumkin, axir qora jism o‘ziga kelib tushayotgan barcha nurlanishlarni yutishi va hech nima nurlatmasligi kerak. Lekin, keling shunday tasavvur qilamiz: qora jism qarshisida boshqa bir qizigan jism turibdi va ularning har ikkalasi ham tashqi muhitdan butunlay to‘sib qo‘yilgan (izolyatsiyalangan), ya'ni, issiqlik boshqa jismlarga uzatilishi imkonsiz holat yuzaga kelgan. Bunday holda, qora jism narigi qizigan jism nurlatayotgan barcha issiqlikni o‘ziga yutadi sh vu tarzda qiziydi: qizigan jismdan qabul qilayotgan energiyaning ortgani sari, qora jismning ham harorati ortib boradi. Ya'ni, ma’lum vaqtdan keyin, qora jism bilan boshqa bir qizigan jismning haroratlari o‘zaro tenglashadi. Ushbu ondan keyin, qora jism yana nurlanish yuta oladimi? Yo‘q. Chunki bu termodinamikaning ikkinchi bosh qonuniga ziddir: issiqlik sovuqroq jismdan issiqroq jismga uzatilishi, bizning misolimizda esa – qora jismga o‘tishi mumkin emas. Unda energiyaning yutilmay qolgan qismi bilan nima yuz beradi? Energiya nurlanishi kerak. Shu tarzda xulosaga kelish mumkinki, qora jism energiya nurlatishi lozim. Qora mato qiyqimini oling va uni ma’lum muddatga quyosh nurlari tig‘ida qoldiring. Keyin esa o‘sha qora qiyqimni olib, tanangizga bosib ko‘ring va siz albatta u energiyasining bir qismini nurlatayotganini his qilasiz (tanangizga uning harorati ta’sir qila boshlaydi).

Tabiatda ideal mutlaq qora jism mavjud emas. Biz atrofimizda ko‘rib turgan qora jismlar aslida ko‘rinadigan yorug‘lik spektrining barcha nurlarini yutadi. Lekin ularning aksariyati infraqizil va ultrabinafsha nurlarni yutmaydi. Idela qora jism esa, barcha to‘lqin uzunligidagi nurlanishlarni to‘la yutishi lozim. Shunga ko‘ra, mutlaq qora jismni, fizikaviy mavhumlik desak ham bo‘ladi.

Lekin bu unchalik ham foydali bo‘lmagan mavhumlikdir. Qora jismning issiqlik nurlatishi – jismni tashkil qiluvchi moddalarga bog‘liq bo‘lmagan, ideal nurlanishdir. Quyoshning issiqlik nurlanishi qora jismning issiqlik nurlanishi bilan aynan bir xil emas, lekin bu nurlanishlar o‘zaro juda o‘xshashdir. Shuningdek, qora jism nurlanishiga, kamin yoki boshqa isitgichlarning nurlanishi ham o‘xshash bo‘ladi.

Bir asr o‘tib Gershelning kashfiyotidan Plank nazariyasi paydo bo‘lgunicha, ilm-fanda shuningdek boshqa yan ko‘p ochilishlar sodir bo‘lishi lozim edi. Buning uchun, XIX asr fizik-amaliyotchilari, laboratoriyada o‘zini imkon qadar mutlaq qora jism kabi tutadigan tizimni hosil qilishdek o‘ta murakkab va mushkul vazifani uddalashlari talab qilinar edi.

Atomlarga ishonmagan olimlar

XIX asr olmon ilm-fani, Vilgelm Ostvald (1853-1932), Uilyam Jon Renkin (1820-1872) hamda boshqa ko‘plab ko‘zga ko‘ringan obro‘li olimlar tomonidan qat’iy yoqlanadigan va «energetik nazariya» deb nomlanadigan nazariyaning ta’siri ostida edi. Bu nazariyaga ko‘ra, termodinamika, xususan termodinamikaning birinchi bosh qonuni, tabiatning fizik modelini barpo qilish uchun juda yaxshi poydevor bo‘lib xizmat qiladi deb qaralardi. Energiyaning saqlanishi empirik fakt bo‘lib, energetik nazariya tarafdorlari, tabiatdagi barcha fizik fenomenlarni uning asosidagi mavhum matematik ifodalar va xulosalarga ko‘ra tushuntirishga intilishardi. Bunda, atom ta’limoti singari mexanik modellarni rad etilardi yoki, bunday modellarga ehtiyoj bo‘lmasdi. Boz ustiga, energetik nazariya tarafdorlari, tabiatda atomlarning mavjudligi borasida keskin raddiyalar berishardi va atom nazariyasiga ehtiyoj yo‘qligidan, uning vaqt o‘tishi bilan o‘z-o‘zidan chetga chiqib qolishi haqida gumonlar izhor etishardi. Maks Plank ham o‘z ilmiy faoliyatini aynan o‘sha «energetik nazariya»ga ishonuvchi olimlardan iborat muhitda boshlagan.

Klauziusning ishlari bilan tanishib chiqqan Maks Plank, butun jiddi-jahdini termodinamikani o‘rganishga yo‘naltirdi. Uning 1879 yilda Myunxenda yoqlagan dissertatsiyasi mavzusi «Issiqlikning mexanik nazariyasining ikkinchi qonuni haqida»

deb nomlangan. 1800 yilda Plank Myunxen universitetida dotsent bo‘lib ishlay boshladi. Bu lavozimda ishlagan xodimga universitet ma’muriyati haq to‘lamasdi. Bunday o‘qituvchining yagona ilinji, talabalardan ixtiyoriy pullik dars uchun keladigan tushumdan iborat bo‘lgan.

Myunxendalik chog‘ida Maks Plank energiyaning tabiati haqidagi eng yaxshi maqola uchun Gyottingen universiteti tomonidan e’lon qilingan mukofot ha’yatiga o‘z maqolasini topshirdi. Plankka ikkinchi o‘rinni berishdi. Birinchi o‘rin esa, hech kimga nasib qilmadi. Plank o‘z qaydnomalarida xotirlashiga qaraganda, bunday bo‘lib chiqishiga sabab, u o‘z maqolasida Veberga zid va Gelmgoltsga xayrixoh fikrlarni ilgari surgani tufayli bo‘lishi mumkin ekan. Plank Gelmgolt g‘oyalariga ko‘proq ishonardi va Gelmgoltsda ham Plankka nisbatan kasbiy hurmat kuchli edi. Gelmgoltsning taklifi bilan, Kirxgofning vafotidan so‘ng uning o‘rnini aynan Maks Plankka berilshi ham bejiz emas. Lekin adolat yuzasidan aytish joizki, Plankdan avval bu o‘ringa dastlab Boltsman, keyin Gers chaqirilgandi. Lekin ularning ikkisi ham bu taklifni rad etishgan. Myunxenda va keyinroq, 1885 yildan e’tiboran Kilda haqiqiy shtatdagi professor bo‘lib ishlay boshlagach, Maks Plank termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini turli masalalarga tadbiq etish bo‘yicha chuqur izlanishlarni olib bordi. Chunonchi bu tadqiqotlarda, termodinamikaning ikkinchi bosh qonunining kimyoviy reaksiyalarga hamda, gazlarning va eritmalarning dissotsiatsiyalanishiga tadbiq etilishi ko‘rib chiqiladi. Termodinamikaning ikkinchi bosh qonunidan kelib chiquvchi xulosalarni chuqur tahlil qilar ekan, Maks Plank asta-sekinlik bilan, energetik nazariyaning da’volari puch ekanini fahmlay boshladi. Energetik nazariya tarafdorlarining eng nomaqbul da’volaridan biri shu ediki, ular termodinamikaning birinchi bosh qonunini universial, ya'ni, ilm-fanning barcha jabhalariga tadbiq etish mumkin bo‘lgan umumiy qonun deb bilishar, ikkinchi bosh qonunni esa, birinchi bosh qonundan keltirib chiqariladigan xulosa deb olib, shunga muvofiq, jismning qulashi (pastga tushishi) va issiqlikning issiqlik jismdan sovuq jismga o‘tishi orasida unchalik farq yo‘q deb hisoblashardi. Biroq Plank e’tiroz bildirdi: jismning tushishi qaytar jarayondir (tezlikning ishorasini qarama-qarshisiga o‘zgartirilsa, jarayon boshlang‘ich holatiga qaytadi), issiqlikni sovuq jismdan issiqlik jismga uzatilishi esa, spontan amallanishi imkonsiz bo‘lgan narasadir.

Agar energiya uchun muayyan qonunlar mavjud bo‘lsa, unda bu qonunlar fizikaning barcha sohlari uchun bir xilda tadbiq etiladigan bo‘lishi lozim, har bir fizik hodisa uchun bajarilgani kabi, energiya uchun ham muayyan tamoyillar majmui shakllantirilshi lozim.

Uilyam Jon Renkin energetik nazariya haqida.

Boz ustiga, energetizm va atomizm ta’limotlari o‘rtasida chuqur fundamnetal ziddiyat mavjud edi. Atomchilar, moddalarning atom va molekulalardan tashkil topishini; kimyoviy reaksiyalar kimyoviy elementlar atomlarning dissotsiyalanishi va kombinatsiyalanishi natijasida sodir bo‘lishini; issiqlik fenomeni esa, moddani tashkil qiluvchi atomlarning erkin xaotik harakatidan yuzaga kelishini ta’kidlardilar. Energetiknavislar esa, tabiatda atomlarning mavjudligini inkor qilisgan. Ular atomni hech bo‘lmasa paypaslab ko‘rib bo‘lmasligini ro‘kach qilib, tabiat fenomenlarini ham modda tuzilishiga aloqador aniq nazariyasiz tushuntirishga urinishardi.

Biz so‘z yuritayotgan davr XIX asrning 80-yillariga taaluqlidir. Bu paytda Plank atomchilarning yorqin tarafdori bo‘lmagan (ya'ni, atom ta’limotiga unchalik ham xayrixoh bo‘lmagan). Uning uchun bu davrda, entropiyaning ortishi va energiyaning saqlanish tamoyillari universial ahamiyatga ega sanaladi; ayni vaqtda, atomistika nazariyasining yorqin namoyondalaridan biri bo‘lmish Avstriyalik yetuk fizik Lyudvig Boltsman (1844-1906) bu tamoyillarni ehtimollik qonuniyatlarining natijasidan boshqa narsa emas deb hisoblaydi.

Kvant nazariyasining asoschilaridan biri Arnold Zommerfeld (1868-1951) olimlar Ostvald va Boltsmanning 1895 yili Lyubekda o‘tkazilgan ilmiy konferensiya chog‘idagi o‘zaro bahsini umrbod eslab qolgan edi. Zommerfeld shunday xotirlaydi:

> «*Energetika haqidagi referatni doktor Xelm o‘qib eshittirdi. Vilgelm Ostvald uni ma’qulladi. Ularning har ikkisining ortida, usbu yig‘inga tashrif buyurmagan Ernest Maxning Tabiat falsafasi yotardi. Bularga Boltsman raqib bo‘ldi. Uning sekundanti esa – Feliks Klyayn edi. Ostvald va Bolstmanning munozarasi ichidan ham tashidan ham, ayovsiz buqalar jangi, ya'ni, toreroga o‘xshab ketardi. Lekin toreadorning shamshirni san’at darajasida o‘ynatishiga qaramay, bu safargi toreroda buqa g‘olib bo‘ldi. Boltsmanning keltirgan dalillari inkor qilib bo‘lmas darajada mukammal edi. Biz – barcha yosh nazariyotchilarning qalbini Boltsman egallab oldi*».

Ostvald va Boltsman ilmiy ashaddiy raqiblar bo‘lishsa-da, lekin kundalik hayotda juda qalin do‘st bo‘lishgan. Ostvald tabiatan xushmuomala va ochiq chehrali inson edi. Jan Perren (1870-1942) tajribalarida molekulalarning mavjudligi isbotlangach, Ostvald o‘z xatosini ochiq tan oldi va 1909 yildayoq shunday yozgan edi: «*Men shunga iqror bo‘ldimki, yaqinda qayd qilingan amaliy tajribalar natijalari, atom ta’limotining yuz va ming yilliklar mobaynida behuda istagan narsasi - moddaning uzliksiz bo‘lmagan, ya'ni, donador tuzilishga egaligi haqiqart ekanini isbotlab berdi*». Lekin boshqa energtiknavislar, shu jumladan Max o‘z fikrida qat’iy qolaverdi.

Bunday ikkiyoqlamalikning vujudga kelishi esa, Maks Plank tarjimai holidagi, fikrimizcha noto‘g‘ri talqin qilingan qaydning paydo bo‘lishiga olib keldi. Plank, xuddi Boltsman kabi, energetikachilar maktabi vakillariga qarshi kechgan ilmiy

munozaralarda o‘zi duch kelgan mashaqqatlar haqida yozadi: «*Yangi ilmiy haqiqatning muzaffar bo‘lishining asl sababi, uning raqiblarining mazkur haqiqatni tan olganliklari yoki, vanihoyat anglab yetganliklari tufayli emas, balki, raqiblarning oxir-oqibatda umri tugab o‘lib ketayotgani, ularning o‘rnini esa ushbu haqiqat o‘zlari uchun shunchaki kundalik oddiy hol bo‘lgan yangi avlod yetishib chiqayotgani bilan bog‘liqdir*».

LYUDVIG BOLTSMAN

Boltsman 1844 yilda Avstriya poytaxti Venada tug‘ildi. Vena universitetida tahsil olgan. Universitet professorlaridan biri Yozef Stefan uni Maksvellning issiqlikning molekulyar nazariyasi bilan tanishtiradi. 1896 yilda Boltsman Avstriyaning Grats universiteti matematik fizika kafedrasida ishlay boshlagan. Olim ideal gazdagi molekulalar taqsimlanishi haqidagi Maksvell g‘oyalarini rivojlantirdi. Hozirda ushbu taqsimot Maksvell-Boltsman taqsimoti deb yuritiladi. Bunga ko‘ra, muayyan impulsli molekulaning muayyan hajm elementida mavjudligi ehtimoli tavsiflanadi. 1872 yilda olim gaz molekulasining vaqt bo‘yicha taqsimlanish evolyutsiyasi funksiyasini ifodalovchi tenglamani keltirib chiqardi. U fanda Boltsman tenglamasi nomi bilan mashhur bo‘lib, nazariy fizikaning eng muhim amaliy natijalaridan biri hisoblanadi. 1877 yilda Boltsman quyidagicha ilmiy xulosaga keladi: molekulaning ε energiyaga ega bo‘lishining ehtimolligi, $\sqrt{\varepsilon} \cdot e^{\frac{-e}{(k \cdot T)}}$ natijaga proporsional bo‘lib, bunda $\boldsymbol{T}$ –harorat, $\boldsymbol{k}$ – konstanta. Bu xulosada u shunday taxminni ham ilgari suradi: ε energiya faqat diskret qiymatlar qabul qilishi mumkin. Boltsmanning bu fikri esa, kvant nazariyasiga juda yaqin kelganini ifodalaydi va ushbu nazariyaning ilk kurtaklaridan biri sifatida qaralishi mumkin. Bir necha yillar o‘tib, Maks Plank aynan Boltsmanning tadqiqotlaridan o‘z ilmiy ishlarida foydalandi. Boltsman olmon ilm-fanida katta obro‘ga ega olim bo‘lib, u Garts universitetida rektor, Myunxen universitetida matematik fizika professori, Leypsig universitetida nazariy fizika professori, Vena universitetida esa falsafa professori (PhD) unvonlariga ega bo‘lgan. U olmon ilm-faning yetuk namoyondalari bilan, moddaning atom nazariyasi borasida uzoq va samarali ilmiy munozaralar olib borgan. Taxminlarga ko‘ra, ayrim olimlar tomonidan uning molekulyar-kinetik nazariyasi keskin va beayov tanqid qilinishi tufayli, Boltsman kuchli asabiy zo‘riqishlarga uchragab ruhan tushkunlikka tushib qoladi. U umrining so‘nggi yillarida astma kasali bilan og‘rib qolgan edi. 1906 yili davolanish uchun ta’til olib Italiyaning Duini shahriga jo‘nab ketgan Lyudvig Boltsman, shu shahardagi mehmonxonalardan birida o‘z joniga qasq qilib hayotni tark etadi...

Ba’zi olimlar Plankning ushbu fikrlaridan, ilm-fanda olimlar faqat o‘zlari xayrixoh bo‘lgan g‘oyalarnigina tadqiq qilishadi, aslida ilmiy nazariyalarning obyektiv mohiyati unchalik ham yaqqol ko‘zga tashlanmaydi degan bo‘lmag‘ur fikrning isboti sifatida foydalanishga urinadilar. Albatta, Har bir tadqiqotchi o‘z zamonasining farzandi bo‘lishini inkor etib bo‘lmaydi. Lekin bu degani, olimlar o‘zi istagan narsanigina ko‘radi xolos, xulosalarni esa faktlar asosida chiqarmaydi degani emas.

Bu o‘rindagi Plankning gaplarini o‘zining yuqoridagi munozaralarni va Boltsmanning achchiq taqdirini esalsh asnosidagi zaharxanda tarzida qarash lozim. Shu bilan birga, Plankning aynan o‘zi, o‘z ta’limotining eng ashaddiy tanqidchisi, ta’bir joiz bo‘lsa, raddiyachisi bo‘lgan hamdir. Olim o‘zi barpo qilgan kvant nazariyasining eng buyuk namoyondasi bo‘lishiga qaramay, uning o‘zi mazkur nazariyaning ko‘plab fundamental g‘oyalari bilan murosa qila olmagan. Biroq, undagi ko‘pochilik hurmat qiladigan chin insoniy hislatlardan biri shu ediki, Plank o‘zining ilmiy qarashlari bilan qarama-qarshi fikrdagi olimlar bilan ham do‘stona munosabatlarni saqlab qolardi. U o‘zining farzadni kabi bo‘lgan kvant nazariyasiga zid tamoyillarni o‘zi ilgari surganida, unga e’tiroz bildirgan, raddiyalar bergan va tanqid qilgan boshqa ilmiy tadqiqotchilarga boykot e’lon qilmasdi, aksincha, ularni ham qo‘llab-quvvatlab, kerakli o‘rinda yordam ko‘rsatib, agar oqibatda ular haq bo‘lib chiqishsa, buni oshkora e’tirof etar va o‘z xatosini tan olardi.

Xotira yodgorligi uchun formula

Muayyan fizik jarayonning, masalan bizning hiyobon bo‘ylab sayrimizning qaytar yoki qaytmas jarayon ekanligini aniqlash uchun, uni videotasmaga yozib olib, teskari tartibda qayta ko‘rish kerak. Agar vaqt yo‘nalishi o‘zgarganida ham, ko‘rayotganlarimiz bizga odatiy, me’yoriy narsadek ko‘rinsa, demak bu qaytar jarayon, aksincha, agar u kulgili va g‘ayrioddiy tuyulsa demak bu qaytmas jarayon bo‘ladi. Tasavvur qiling, suv quyilgan stakanni otib yubordik. Stakan yuqoriga chiqib, eng baland nuqtasiga yetgach parabola chizib qayta qulay boshlaydi. Yerga urilgach minglab shisha siniqlarga parchalanib sochilib ketadi. Shu jarayonni videotasmada qayta ko‘rib chiqamiz. Dastavval biz, stakanning qo‘limizdan chiqib, yuqoriga ko‘tarilib, pastga tushishi jarayonini yerga urilishgacha bo‘lgan qismini qayta ko‘ramiz. Tasmani teskari aylantirsak ham, stakan yerdan qayta ko‘tarilib, qaytib qo‘limizga kirib qoladi. Bunday harakat trayektoriyaning har ikki yo‘nalishida imkonlidir, ya'ni, u bizning qo‘limizdan uchib chiqib yerga tushishi va yerdan yuqoriga ko‘tarilib, qayta qo‘limizga kirib qolishi mumkin. Stakanning ko‘tarilishi va qulashi – qaytar jarayonlardir.

Ushbu harakatlar Nyuton mexanikasi qonunlariga amal qiladi. Unga ko‘ra esa vaqtning oldinga yoki, orqaga yo‘nalganligini aniqlashning imkoni yo‘q. Ular har ikkala yo‘nalish uchun o‘rinlidir. Aynan shu qonunlar sayyoralarning harakatini ham boshqaradi. Agar biz biror sayyoraning Quyosh atrofidagi orbital harakatini kuzatsak, biz uning orbital miqyosdan tepadan, vaqt bo‘yicha oldinga harakatlanayotganini, yoki, orbital miqyosdan psatdan, vaqt bo‘yicha teskari harakatlanayotganini aniq tasdiqlay olmaymiz.

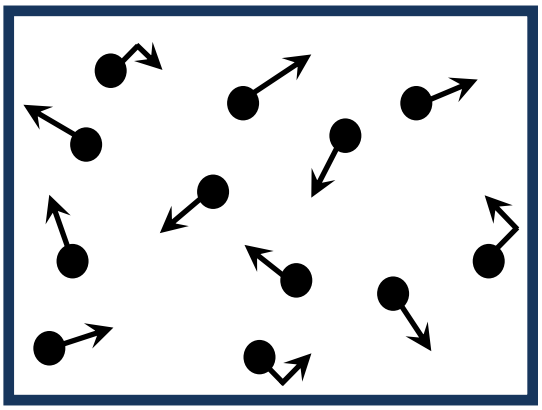
Endi stakanning yerga urilib, minglab bo‘laklarga parchalanib ketishini qayta ko‘ramiz. Ko‘rganimiz esa bizga g‘alati tuyuladi: kundalik hayotda axir hech qachon singan stakanning siniq parchalari qayta birlashib, bus-butun holatga qaytib qolmaydi, to‘g‘rimi? Ya'ni, stakanning parchalanish jarayoni qaytmas jarayondir. Unda Nyuton mexanikasi qonunlaridan tashqari yana nimanidir ta’siri mavjud. Bu nimadir bizga vaqtning oldinga yoki, teskariga qarab yo‘nalganini aniqlashga, tabiiy yo‘l bilan tushunishga ko‘mak berishi kerak.

Kundalik hayotdagi aksariyat jarayonlar qaytmas jarayonlardir. Ishqalanish va tutashishni e’tiborga olmasa ham bo‘ladigan, ya'ni, energiyaning issiqlikka aylanishi kuzatilmaydigan ayrim hodisalargina qaytar jarayonlar bo‘ladi. Qaytmaslik borasidagi masalalar, termodinamikaning dastlabki ikki bosh qonuni shakllantirilganidan buyon fiziklarning diqqat e’tiborini o‘ziga tortib keladi. Avstriyalik fizik Lyudvig Boltsman, ushbu fenomenning (qaytmaslikning) mohiyatini chuqur anglardi va unga issiqlikning molekulyar nazariyasi nuqtai-nazariga asoslanib tushuntirishlar ishlab chiqqan edi.

Bu nazariyaga ko‘ra, barcha issiqlik hodisalari, moddani tashkil etuvchi atom hamda molekulalarning mikroskopik harakatlarining natijasi sifatida qaraladi. Shunga ko‘ra, gazning o‘zi saqlanayotgan idish devorlariga ko‘rsatayotgan bosimi, idish devorlariga kelib urilayotgan molekulalarning to‘qnashuv va sapchish kuchlarining o‘rtacha qiymatining ifodasi sanaladi. Gaz molekularning o‘zini esa, to‘xtovsiz betartib xaotik harakat qilib, o‘zaro to‘qnashib turli tomonlarga uchib yuradigan tarzda tasavvur etish lozim. Jismning harorati esa mazkur xaotik harakatning ifodasi hisoblanadi.

Issiqlikning molekulyar nazariyasida, termodinamik fenomenlar sodda mexanikaviy izoh bilan tushuntiriladi. Masalan biz, qaynoq va sovuq jismlarni yonma-yon qo‘ysak, qaynoq jismning molekulalari, o‘zaro to‘qnashuvlar orqali, o‘zining kinetik energiyasini sovuq jism molekulalariga uzatadi. Qaynoq jismning harorati balandligida nisbatan faol va tez harakatlangan molekulalari endi sustroq va sekinroq harakatlana boshlaydi va aksincha, sovuq jismning molekulalari faollikni oshiradi. Jismlarning haroratlari o‘zaro tenglashgach esa, ularning molekulalarining o‘rtacha tezliklari ham muvozanatlashadi.

Issiqlikning molekulyar nazariyasida, tabiatdagi barcha jarayonlarning qaytmasligi haqidagi masala mavjud edi. Basharti, barcha issiqlik hodisalari molekulalarning harakati mahsuli ekan, unda nyutoncha mexanikadagi mohiyatan qaytar jarayonlar qanaqasiga imkonli bo‘lishi mumkin? Energetikachilar hamda issiqlikning molekulyar nazariyasiga qarshi bo‘lgan tanqidchilar uchun aynan shu fenomen hujjat-dalil bo‘lib xizmat qilardi. Plank ham aynan ushbu omilga ko‘ra, o‘z kasb karyerasi boshlangan ilk davrlarda energetikachilar tarafida turgan va Boltsmanga muxoliflik qilgan.



Issiqlikning molekulyar nazariyasiga ko‘ra, jismni tashkil qiluvchi molekulalar xaotik harakat qiladi. Barcha issiqlik hodisalarining asosi ayni shu xaotik harakat sanaladi.

Lekin Boltsmanning ham o‘z javobi bor edi: «*Mexanikaning differensial tenglamalari termodinamikaning ikkinchi bosh qonini bilan hech bir umumiylikka ega emasligi tufayli, uni mexanika nuqtai nazaridan tassvur qilish uchun faqat boshlang‘ich shartlar yuzasidan ayrim farazlarga yo‘l berish orqaligina erishish mumkin*». Jismning harakati nafaqat unga berilgan kuch yordamida, balki uning boshlang‘ich vaziyati va tezligiga ham bog‘liq bo‘ladi. Professional hujumchi tomonidan savatga uloqtirilgan basketbol to‘pi havodalik chog‘ida, uni oddiy odam itqitgandagi bilan bir xil fizik kuchlar ta’siri ostida bo‘ladi. Lekin uning savatga borib tushish-tushmasligi, buyuk basketbolchilar mukammal darajada egallagan va benuqson bajaradigan bilak-panja hatti-harakatlariga bog‘liq bo‘ladi. Aynan shu omil to‘pning yo‘nalishi va tezligining boshlang‘ich parametrlarini belgilaydi.

Issiqlikning molekulyar nazariyasida makroskopik bosim hamda energiya kabi makroskopik tushunchalar statik izoh bilan ifodalanadi – bu parametrlar aslida molekulalarning mexanik xossalarining o‘tacha qiymatining mahsulidir. Idishga qamalgan gazning idish devorlariga beradigan bosimi, gaz molekulalarining idish devoriga kelib urilganda beradigan kuchining o‘rtacha qiymatiga bog‘liq bo‘ladi. Ideal gazning harorati, molekulalarining o‘rtacha kinetik energiyasiga proporsional bo‘ladi. Boltsman entropiya tushunchasining statik izohini topishga muyassar bo‘ldi. Muayyan holatdagi jismning entropiyasi $\boldsymbol{S}$, sistemaning termodinamik ehtimolligi $\boldsymbol{W}$ ning logarifmiga proporsionaldir. Boltsmanning Venada joylashgan sag‘anasidagi yodgorlik qabrtoshida quyidagi tenglama o‘yib bitilgan:

$$S = k \ln \Omega$$

Bundagi proporsionallik koeffitsiyenti k – fanda Boltsman doimiysi deb ataladi.

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuning ta’riflaridan biriga shunday yangraydi: berk sistemaning entropiyasi doim kattalashadi. Boltsmanning ehtimollik izohiga ko‘ra, sistemaning maksimal entropiyaga intilishi, uning ehtimolligi eng katta bo‘lgan qiymatga intilishini anglatadi. Buni oson tushunish uchun, sodda bir misolni ko‘rib chiqamiz. Tasavvur qilamiz, bizda to‘rtta shar va ikkita quti bor. Sharlarni 1 dan 4 gacha raqamlar bilan belgilaymiz. Qutilarni esa ***A*** va ***B*** qutilar tarzida nomlaymiz. Quyidagi jadvalda, sharlarning ikkita qutilardagi barcha taqsimlanish variantlari keltirilgan:

A quti	***B*** quti	Ω
1,2,3,4		1/16
1,2,3	4	4/16
1,2,4	3	
1,3,4	2	
2,3,4	1	
1,2	3,4	6/16
1,3	2,4	
1,4	2,3	
2,3	1,4	
2,4	1,3	
3,4	1,2	
4	1,2,3	4/16
3	1,2,4	
2	1,3,4	
1	2,3,4	
	1,2,3,4	1/16

O‘ng chekkadagi ustunda holatlarning har bir to‘plami uchun ehtimollik Ω ning ko‘rsatkichi berilgan. Jami bo‘lib 16 xil kombinatsiyalar bor. Ulardan faqat bittasigina barcha sharlar ***A*** qutida joylashgani haqida 1/16 ehtimollik bermoqda. Ehtimolligi eng katta bo‘lgan holat esa, sharlarni yarmini birinchi qutida, qolgan yarmini esa, ikkinchi qutida bo‘ladigan vaziyatdir (uning ehtimolligi 6/16). Agar bizda sharlar soni to‘rtta emas, balki yanada ko‘proq bo‘lsa, unda barcha sharlar bitta qutida bo‘lishi ehtimoli bilan, barcha sharlarning qutilarda teng taqsimlanishi ehtimoli orasidagi farq (ya'ni, ularning ayirmasi) yanada kattalashadi. ***N*** cheksizga intilganda, sharlarning teng taqsimlanishi ehtimolligi 1 ga intilishini isbotlash mumkin.

Ikkiga ajratilgan va germetik zich yopilgan idishni tasavvur qilamiz. Agar o‘rtadagi to‘siqni olib qo‘ysak, tajribadan bilamizki, gaz butun hajmni egallashga intiladi. Bu qaytmas jarayondir. Termodinamika nuqtai nazaridan gaz idishning yarmisida turganida emas, balki u butun hajmni egallashga intilayotganida entropiya ortadi. Boltsman izohiga ko‘ra, gazning idish yarmidagi holatining ehtimolligi, gazning idishni to‘liq egallagan holatining ehtimolligidan pastroqdir. Gaz eng katta ehtimollik sari intiladi. Fizik jarayonlarning qaytmasligi, boshlang‘ich holatlarning ehtimolligining pastligi sababidandir.

Boltsman izohidagi termodinamikaning ikkinchi bosh qonunining tushunish uchun qiyin bo‘lgan o‘ziga xosliklari bor edi. Uning qarashlari keskin tanqid ostiga olindi. Olimning o‘zi esa yosh Maks Plank siymosida muxolifatchi qiyofasini ko‘rdi. Biz Plankning o‘zi ham, keyinchalik shaxsiy tadqiqotlari natijasida Boltsman olgan natijalarni takrorlagani, uning xulosalariga mustaqil ravishda qayta kelgani, lekin o‘shanda ham o‘z hamkasbining haqligini tan olish unga qiyin bo‘lgani haqida keyingi bobda hikoya qilamiz.

1888 yili 44 yoshga to‘lgan Lyudvig Boltsmanda keskin ruhiy zo‘riqishlar kuzatila boshladi. Bungacha u Avstro-Vengriya jamiyatining oddiy o‘rtahol ziyoli qatlami vakillariga xos bo‘lgan, bir maromli hotirjam turmush kechirgan bo‘lsa, 1888

yildan e’tiboran uning eyforiyasi chuqur asabiy iztiroblarga aylanib ketdi. Dard ustiga chipqon bo‘lib, uning ko‘rish qobiliyati ham keskin xiralasha boshladi. Bu esa ilmiy faoliyatni yuritishda yana qo‘shimcha to‘g‘anoq bo‘lar edi. Shunga qaramay Boltsman, o‘zining jismoniy va ruhiy ahvolining ziyoniga ishlasa ham, charchoq va tinim bilmay qattiq mehnat qilishda davom etardi. 1906 yilda u qizi va xotini bilan Italiyaning Adriatika sohillarida joylashgan Triest yaqinidagi Duino shahrida ta’til o‘tkazayotgan paytda o‘z joinga qasd qilib, yorug‘ olamni tark etdi. Uning jasadini mexmonxonadagi xonasida o‘zini-o‘zi osib qo‘ygan holda topishgan...

2-bob.

Energiya kvantining tug‘ilishi.

Elektrodinamika va termodinamikadan chuqur va keng bilimlar egasiga aylangan, hamda termodinamikaning ikkinchi bosh qonunining mohiyatini yanada mukammal anglashga intilayotgan Maks Plank, o‘z karyerasida fundamental asos bo‘lib qoluvchi mavzuni – qora jism nurlanishini o‘rganishga kirishadi. Tadqiqotlar zanjiri esa, mohiyatan olamshumul bo‘lgan lekin muallifning o‘zi bu haqida orzu ham qilmagan soha – kvant nazariyasining shakllanishiga olib keladi.

Keling shunday tasavvur qilamiz: iliq bahor kunlarining birida, tushdan keyin, shomga yaqin vaqtda hiyobonda sayr qilib yuribmiz. Havoning musaffoligi dilni yayratmoqda va biz quyoshning zarrin nurlari isiib turgan o‘rindiqqa o‘tiramiz. Quyosh nurlari bizni ham qizdira boshlaydi va tanamiz asta-sekinlik bilan isib keladi. Biroz vaqt o‘tadi va yoqimli his bizni tark etmaydi: biz shunday muvozanat holatiga yetdikki, endi tanamiz boshqa isimaydi, lekin biz sovuq junjikishni ham his qilmaymiz. Bunday holda, Quyosh nurlaridan kelayotgan barcha energiya bizdan akslanadi va biz bu energiya miqdorini qabul qilmaymiz (aniqrog‘i tanamiz uni yutmaydi).

Endi esa, devorlari muayyan barqaror haroratga ega bo‘lgan, ya'ni, termik muvozanatdagi biror bo‘shliqni tasavvur qilamiz. U ichkaridan elektromganit nurlanishlar bilan to‘la va har bir ichki sirt yuzaga vaqt birligi ichidagi muayyan energiya nurlanishi miqdori to‘g‘ri keladi. Bir soniyada bir kadrat metr yuzag ta’sir qiluvchi energiya miqdorini ***K*** bilan belgilaymiz. Bu miqdorning ma’lum qismi yutiladi. Biz bu qismni ***a*** bilan belgilaymiz (***a*** – yutilish koeffitsiyenti). Devor harorati barqaror turishi uchun, u energiya nurlatishini ham yutilishini ham bir xil intnsivlikda tutishi kerak. Agar biz har bir soniyada bir kvadrat metr yuza nurlatayotgan energiyani ***E*** bilan belgilasak, quyidagicha formulaga ega bo‘lamiz:

$$aK = E$$

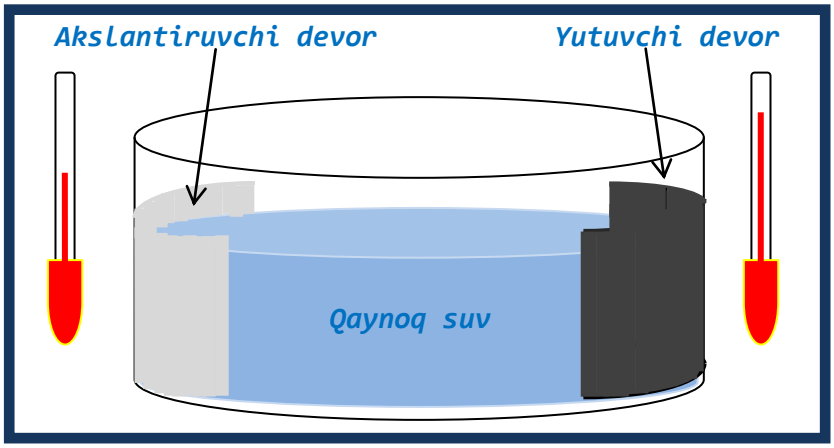
Bu esa, yuzaning nurlatgan miqor bilan teng miqdorda energiya yutishini bildiradi. Ya'ni, biz quyosh nuri ostida his qilganimizdek, energiya muvozanatini kuzatamiz.

Yuzaning nurlanish intensivligi ***K*** ta’rifga ko‘ra muvozanat holatida bo‘lib, shu sababli u yuza tashkil topgan moddaga bog‘liq bo‘lmaydi. Yuqoridagi formulani yana quyidagicha ko‘rinishda ham yozish mumkin:

$$K = \frac{E}{a}$$

va u bizni Gustav Kirhxgof tomonidan 1860 yilda ochilgan bir fizik qonunga olib chiqadi: jism nurlatayogan energiyaning yutilish koeffitsiyentiga bo‘linmasi jismni tashkil qilgan moddaga bog‘liq bo‘lmagan, lekin uning haroratiga ta’sir qiladigan kattalikni ifodalaydi.

Kirxgof qonuniga ko‘ra, jism energiyani qanchalik yaxshi nurlatsa, uni shunchalik yaxshi yutadi ham. Quyidagi keyingi sahifada tasvirlangan tajriba, biz bayon etayotgan hodisani yanada yaxshiroq bayon qiladi. Idishga qaynoq suv quyamiz. Avval idishning devorlaridan bir qismini yongan o‘tin qorakuyasidan surtib qoraytiramiz. Unga qarama-qarshi qism devorni esa biror-bir akslantiruvchi qoplama bilan, masalan alumiy folga bilan qoplaymiz. Agar biz ikkita termometr olib, birini qoraytirilgan yuza yaqiniga, ikkinchisini esa, akslantiruvchi (folgali) yuza yaqiniga



Kirxgof qonuniga ko‘ra, jism nurlanishni qanchalik yaxshi yutsa, uni shunchalik yaxshi nurlatadi ham. Isbot uchun oddiy bir tajriba o‘tkazish kifoya: garchi o‘zi bir xil haroratga ega bo‘lsa hamki, idish devorining qoraytirilgan qismi, folga bilan qoplangan qismidan ko‘ra ko‘proq issiqlik chiqaradi.

joylashtirsak, qoraytirilgan yuza yaqinidagi termometrning nisbatan yuqoriroq harorat ko‘rsatkichini ifodalayotganini ko‘rishimiz mumkin.

Xulosa ravshan: garchi yuzaning hamma qismini teng haroratga, aniqrog‘i, idishdagi qaynoq subning haroratiga yaqin haroratga ega bo‘lsa-da, qoraytirilgan yuza va alumin folga bilan qoplangan yuza turlicha issiqlik chiqaradi. Lekin bunda yana bir narsa mavjud. Uni fiziklar *mufassal muvozanat tamoyili* deb nomlaydilar: har bir chastota va to‘lqin uzunligi uchun, yutilgan va nurlatilgan energiya miqdori o‘zaro teng bo‘ladi. Ya'ni, jism energiyani barcha chastotalarda bir xilda yutadi va nurlatadi. Agar biz berilgan chastotadagi nurlanish intensivligini ***K*** bilan, shu chastotaning o‘zida vaqt birligi ichida yuza birligidan nurlangan nurlanishni $\boldsymbol{E}_\nu$ bilan, hamda ularga muvofiq yutilish koeffitsiyentni $\boldsymbol{a}_\nu$ bilan belgilasak, quyidagicha ifodaga ega bo‘lamiz:

$$a_\nu K_\nu = E_\nu$$

Ichi bo‘sh jismning ichki bo‘shlig‘idagi nurlanish, uning devorlarini tashkil qiluvchi modda tarkibiga bog‘liq emasligini yuqoridan ham ta’kidlagan edik. Shunga muvofiq biz quyidagicha xulosaga kelishimiz mumkin, koeffitsiyent:

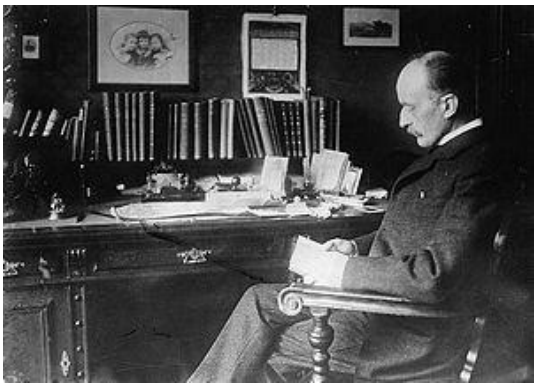
$$K_\nu = \frac{E_\nu}{a_\nu}$$

faqat bo‘shliqning harorat va nurlanish chastotasigagina bog‘liq bo‘lgan kattalikni ifodalaydi.

Aynan ushbu xulosa bizning hikoyamiz uchun eng birinchi navbatdagi ahamiyat kasb etadi. $\boldsymbol{K}_\nu$ qiymat, bo‘shliqning devorlari yasalgan moddaga bog‘liq bo‘lmasligi tufayli, u universial sanaladi va faqatgina nurlanish tabiatiga bog‘liq bo‘ladi. Bu omil haqida Maks Plankning o‘zi, unga 1920 yilda Nobel mukofotining topshirish marosimidagi nutqida shunday degan edi:

«Bir tekis qizitilgan har qanday nurlatuvchi va yutuvchi jism bilan chegaralangan bo‘shliqda hosil bo‘luvchi har qanday issiqlik nurlanishining xossasi o‘sha jismning tabiatiga hech qanday bog‘liqligi yo‘qlini Gustav Kirxgof tomonidan ko‘rsatib berilganidan buyon, tabiatda faqat harorat va to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘ladigan, lekin hech qanday tarzda biror moddaning alohida bir xossalariga bog‘liq bo‘lmaydigan muayyan universial funksiyaning mavjudligi isbotlandi; ushbu ajib funksiyani qidirish ishlari esa, harorat va energiya o‘rtasidagi aloqadorlik mohiyatiga yanada chuqurroq sho‘ng‘ishni talab qiladi, mazkur aloqadorlik termodinamikaning, demakki, butun boshli molekulyar fizikaning asosiy masalasi hisoblanadi».

GERR PROFESSOR PLANK



Maks Plank o‘z kabinetida mutolaa bilan band. 1908 yil.

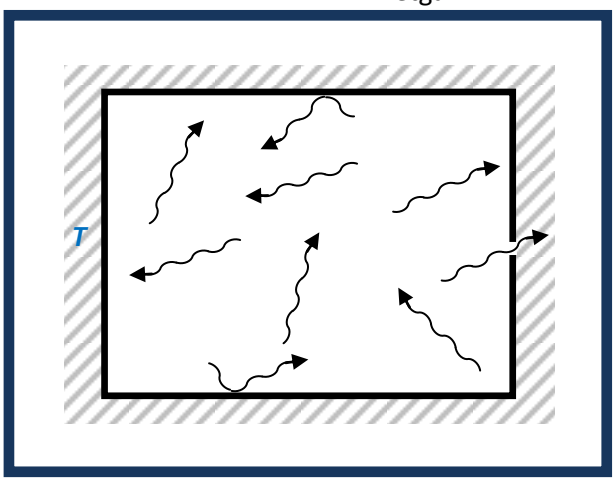
Maks Plankning odatiy ish kuni quyidagicha edi: tongda olim ilmiy ishlarini yozardi, keyin dars mashg‘ulotlarini o‘tkazib, shundan so‘nggina nonushta qilardi. Keyin esa, musiqa ostida sayr qilar, boshqa olimlar bilan yozishmalarni olib borar edi. Maks Plankning qiziqishlaridan biri – alpinizm bo‘lgan. 79 yoshida u 3674 metr yuksaklikdagi Grossovenediger cho‘qqisiga ham ko‘tarila olardi. 1890 yildan boshlab, olim 72 yoshga to‘lgan 1927 yilgacha, ya'ni 37 yil davomida Berlin Universitetida dars berdi. Plank haftasiga to‘rt bora ma’ruza o‘qirdi, shuningdek seminarlar olib borardi. Uning ma’ruzalar sikli mexanika, gidrodinamika, elektrodinamika, optika, termodinamika va kinetik nazariyani o‘z ichiga oluvchi uch yillik tizimni tashkil qilgan. Mazkur fanlardan har biri bir smestr davomida o‘tilgan. Ko‘rib turibmizki, Plank o‘z zamonasi fizikasining barcha ilg‘or bo‘limlarini egallagan ekan.

Favqulodda aniqlik.

Hind fizigi Shatyendranat Boze (1894-1974) Maks Plankning Berlindagi ma’ruzalarida ishtirok etgach quyidagicha xitob qilgan edi: «*Maks Plank ma’ruzlariga qatnashib shunga amin bo‘ldimki, fizika fani, g‘oya va taxminlarning minimumini ifodalovchi umumiy bir nuqtadan boshlab rivojlanuvchi yaxlit bus-butun ilm ekan*». Olim ma’ruzalariga shuningdek Liza Meytner ham qatnashgan bo‘lib, u oqibatda Plankning yaqin qadrdonlari doirasiga kirihsga ham musharraf bo‘lgan. Uning xotiralarida Plank ochiqko‘ngil mehmondo‘st inson sifatida gavdalanadi: «*Mavzuning favqulodda aniq yoritilishiga qaramay, avvaliga Plank ma’ruzalari ham men uchun boshqalarnikidan farq qilmaydigan, qandaydir zerikarli ko‘ringandi. Lekin men bu fikr o‘ta qattiq yanglishish ekanini tez tushunib yetdim. Plank shaxsi va bunday narsalar o‘zaro zid tushunchalar ekan*». Maks Plankning pedagogik faoliyati shunchaki ma’ruzalar o‘qish bilan cheklanmagan. U qator darslik va qo‘llanmalar ham yozgan bo‘lib, chunonchi uning «Termodinamikadan ma’ruzalar» kitobi hozirda ham qator oliygohlarda keng qo‘llaniladi. Shuningdek zamondoshlari Plankni keng ommaga mo‘ljallab yozilgan ilmiy-ommapob maqolalari orqali ham yaxshi tanishgan.

So‘z borayotgan funksiya qanday funksiya va uni qanday qilib o‘lchash mumkin? Agar biz avvalgi ifodaga e’tibor qilsak, $\boldsymbol{a}_v=1$ ko‘rsatkichga muvofiq jism nurlatayotgan nurlanish intensivligi $\boldsymbol{E}_v$ muvozanat holatidagi nurlanish intensivligi $\boldsymbol{K}_v$ bilan o‘zaro mos tushishini ko‘ramiz. Aynan shunday jism, biz birnchi bobda so‘z yuritgan mutlaq qora jism bo‘lib, u yodingizda bo‘lsa, barcha chastotalardagi har qanday nurlanishlarni yutadi. Mutlaq qora jism tabiatda mavjud emas. Lekin Kirxgofning faraziga ko‘ra, devorlari berilgan muayyan barqaror haroratga ega bo‘lgan ichi bo‘shliq jismning devoridagi juda kichik tuynukcha ochilsa, undan chiqadigan nurlanish mutlaq qora jism nurlanishiga juda yaqin bo‘ladi va shu tajribani mutlaq qora jism nurlanishi sifatida qarash mumkin (quyidagi rasmga qarang). Teshikcha imkon qadar qanchalik kichraytirilsa, uning mutlaq qora jismga yaqinligi shunchalik ortadi. Kundalik turmushimizda misol keltiradiga bo‘lsa, $\boldsymbol{K}_v$ bu – biz pech duhovkasini ochib, tayyor bo‘lgan taomni olayotganimizda uning ichkarisidan chiquvchi nurning har bir chastotadagi intesivligidir. Pech qanchalik katta va uning esshigi qanchalik kichik bo‘lsa, u mutlaq qora jism sifatiga shunchalik yaqinlashadi.

Mutlaq qora jism sifatida Kirxgof, devorlari muayyan barqaror haroratga ega bo‘lgan va unda juda kichik teshikcha ochilgan ichi g‘ovak bo‘shliq jismni model sifatida tavsiya etgan.



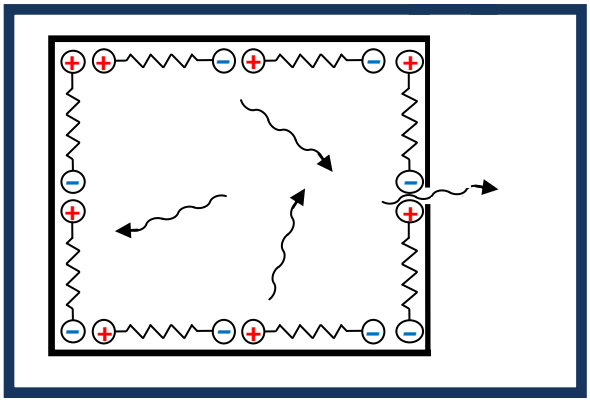
Plank ossilyatorlari

Allaqachon Berlin universitetida ish boshlagan va nufuzli ilmiy jamiyat bo‘lmish Berlin fanlar akademiyasiga a’zolikka saylangan Maks Plank, 1894 yildan e’tiboran mutlaq qora jism nurlanishini tadiqiq qila boshladi. Bu ishda unga, o‘z ish joyi bilan qo‘shni bo‘lgan Imperial fizika-texnologiyalar institutidagi o‘z davri uchun beqiyos spektral o‘lchov-tahlil vositalari mavjudligi shubhasiz juda qo‘l kelgan. Plank nurlanish intensivligining chastota bilan qanday bog‘liqlikka egaligini o‘sha asboblar orqali qayd etishi mumkin edi. O‘z tarjimai holida olim, Mutlaqlikni qidirish tadqiqotchining eng ajib vazifasi bo‘lmog‘i kerakligini ta’kidlaydi va aynan shu sababli u, biz ko‘rib chiqayotgan va universial qonuniyat orqali boshqariluvchi, ta’bir joiz bo‘lsa, ilohiy qudrat timsoli bo‘lgan fizik fenomenni tekshirishga kirishganini ma’lum qiladi.

Ushbu masalaning e’tobrga molik bo‘lgan yana bir jihati mavjudki, u Maks Plankning diqqatini tortmay qolmasdi. Biz pechkada o‘tin yoqishni boshlaganimizda issiqlik muvozanati mavjud bo‘lmaydi. Pech devorlari hali sovuq va o‘tin alanga olishi uchun ma’lum miqdorda havo oqimi zarur bo‘ladi. Bir muddat o‘tib, (yaxshi

pechlarda bu anchayin uzoq vaqt bo‘ladi) ichkaridagi harorat barqarorlashadigan muvozanat holatiga erishiladi. Bu – pitssa tayyorlash uchun eng qulay fursatdir. Pech ichki bo‘shlig‘ining issiqlik nurlanishi, o‘zining elektromagnit nurlanishlarni qancha miqdorda chiqarsa, ularni yana shuncha yutadigan devorlari bilan bilan issiqlik muvozanatida turibdi. Turli haroratli suvlarni o‘zaro aralashtirib yuborish kabi, ichkari bo‘shliqning issiqlik muvozanati ham qaytmas jarayon bo‘ladi. Ushbu holatda gap qisman elektrodinamik jarayon haqida borar ekan, Maksvellning maydon nazariyasiga binoan, elektromagnit maydon asta-sekinlik bilan bo‘shliqni to‘liq qoplashini e’tiborga olgan Plank, atom tuzilishiga va entropiyaning statistik izohiga murojaat etmasdan ham natijaga erishishga umid bog‘lagan edi. Bunda Plank energetikachilarning anti-atomistik tezislari ta’siri ostida bo‘lib, Boltsmancha izohlar fan uchun kerak emasligini isbotlashni ham niyat qilgandi.

Bu boradagi ilk qadamlarni olim nurlanish va yutilish jarayonlarining mohiyatini o‘rganishdan boshladi. Buning uchun u nurlanish bilan o‘zaro ta’sirlashuvchi ossilyatorlar (rezonatorlar) tayyorladi. Plank ossilyatorlari prujina ko‘rinishidagi elastik bog‘lanishga ega bo‘lgan musbat va manfiy zaryadlardan iborat edi. Ular baliqchilarga baliq ilinganini ko‘rsatuvchi qalquvchi po‘kak singari bo‘lib, elektromagnit nurlanishlarni yutishi ham chiqarishi ham mumkin edi. Qarmoqqa baliq ilinganida, qalquvchi po‘kak tebranib, suv yuzasida kichik-kichik to‘lqinlar hosil qiladi. To‘lqin po‘kakka yetib kelgacha esa, po‘kak ham to‘lqin bilan birga harakatlana boshlaydi. Ya'ni, u to‘lqinlarni hosil qilishi va ularning energiyasini yutish orqali ularni qayta qabul qilib olishi mumkin.



Plank uchun mutlaq qora jism modeli bo‘lib xizmat qilgan jism devorlarida elektr zaryadiga ega ossilyatorlar o‘rnatilgan bo‘lib, nurlanish kichik teshikcha orqali chiqarilgan.

Kirxgof funksiyasining nurlanish ta’sirlashayotgan modda tabiatiga bog‘liq emasligi sababidan Plank devorlarga barcha imkonli chastotalarda rezonans beradigan ossilyatorlar o‘rnatishga qaror qildi (o‘ngdagi tasvir). Bunda ular dinamikani hisoblash mumkin bo‘ladigan darajada sodda bo‘lishi kerak edi. Agar tajriba amalga oshsa, oxir oqibatda ossilyatorlarning maxsus xarakteristikalari ishga ta’sir qilmaydi, hamda faqat ularning chastotasi qoladi.

Bunday turdagi ossilyatorning nurlatgan va yutgan energiya miqdori, Genrix Gersning elektromagnetizm bo‘yicha 1880-yillarda yozgan ishlariga asoslanib oson hisoblab chiqilishi mumkin edi. Plank o‘z ishlarida vaqt birligi ichida qancha energiya qabul qilsa, shuncha energiya yutadigan holatdagi ossilyatorning, bo‘shliqdagi berligan ***n*** chastotali elektromagnit maydonning muayyan hajm birligiga va chastota birligiga

to‘g‘ri keluvchi o‘rtacha energiyasi $\boldsymbol{u}_v$ ossilyatorning o‘rtacha mexanik energiyasi $\boldsymbol{U}_v$ bilan quyidagicha bog‘liqlikka ega bo‘lishini tasdiqladi.

$$u_v = \frac{8\pi v^2}{c^3} U_v$$

bunda $\boldsymbol{c}$ – yorug‘lik tezligi. Bu ifodadagi $\boldsymbol{u}_v$ kattalik ostida, *chastota birligiga to‘g‘ri keladigan energiya miqdori*, yoki, *energiyaning spektral zichligi* tushuniladi. $\boldsymbol{K}_v$ bo‘shliq tomonidan nuratilayotgan energiya, laboratoriya sharoitida, yuqorida keltirilgan kattalikka proposional ravishda quyidagi formula yordamida hisoblanishi mumkin:

$$K_v = \frac{c}{4} u_v$$

Plankning quvonchiga sabab bo‘lib, ossilyatorning energiyasi va elektromagnit maydonining fizik xarakteristikalari orasidagi nisbatda, uning zaryadi yoki massasi e’tiborga olinmagan. Tenglamada faqat ikkita element – chastota va yorug‘lik tezligi bo‘lib, ular universial konstanta sanaladi. 1897 yil avvalida Plank, o‘z ossilyatorlarining nurlanishi elektrodinamikadagi qaytmaslik mohiyati ochish uchun kalit bo‘lishi mumkin degan fikrda edi. Lekin 1897 yil o‘rtalariga kelib Boltsman Prussiya fanlar akademiyasiga ushbu boradagi tadqiqotlar yuzasidan tanqidiy qarashlari bayon qilingan qisqa hisobotni taqdim etdi. Uning tanqidlari zamirida - Maksvell tenglamalari ham Nyuton tenglamalari singari kabi qaytar ekani haqidagi bayonot yotardi. Vaqtning qaysi yo‘nalishda kechayotganidan qat’iy nazar, mazkur tenglamalarning barcha yechimlari bir xil bo‘ladi. Plank qaytmaslikni boshqa joydan izlashi lozim edi va Boltsman unga yo‘l ko‘rsatadi: nurlanishning ehtimoliy holatini uchun gazlar nazariyasidan foydalansa bo‘ladi.

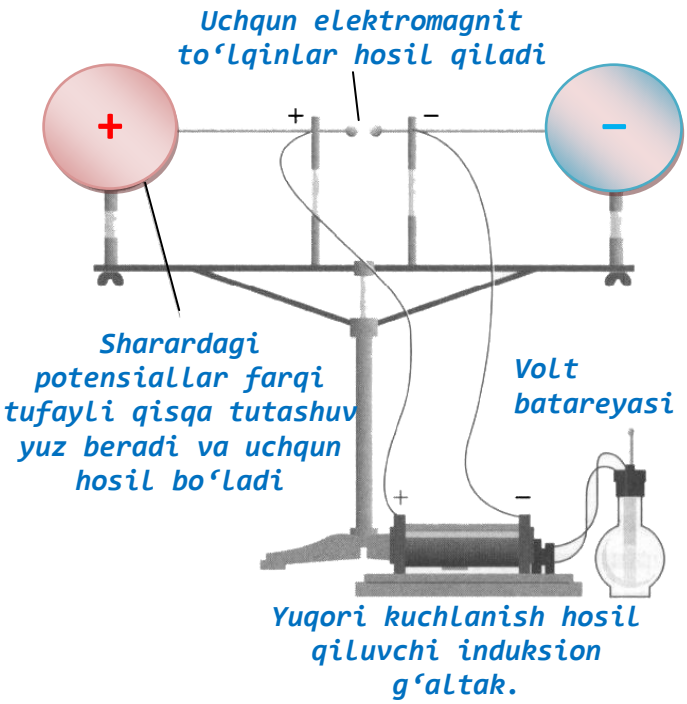
Shu tarzda Boltsman Maks Plankka o‘zining issiqlikning molekulyar nazariyasi hamda, termodinamikaning ikkinchi bosh qonunining ehtimoliylikka asoslangan izohidan foydalanishni tavsiya qildi.

Maks Plank Boltsmanning tanqidlarini hotirjam qabul qildi. Boz ustiga unda raddiya uchun tayinli asosning o‘zi ham yo‘q edi. U tadqiqotlar yo‘nalishini o‘zgartirdi va o‘zi juda mukammal egallagan soha – entropiyaga qaytdi. Ossilyator energiyasi va nurlanish energiyasi orasidagi nisbatni e’tiborga olmaslik mumkin emas. Agar nurlanish energiyasining uning harorati va chastotasiga qanday aloqadorligini aniqlashning imkoni bo‘lganida, bu tadiqot ovvora bo‘lishga arzimaydigan bo‘lur edi. Lekin, Plank ham, boshqasi ham nurlanishning entropiyasini qanday aniqlashni bilishmasdi. Ossilyator energiyasi va nurlanish energiyasi orasidagi nisbatning aniqlanishi, nurlanish energiyasi haqida unitib, butun diqqat-e’tiborni

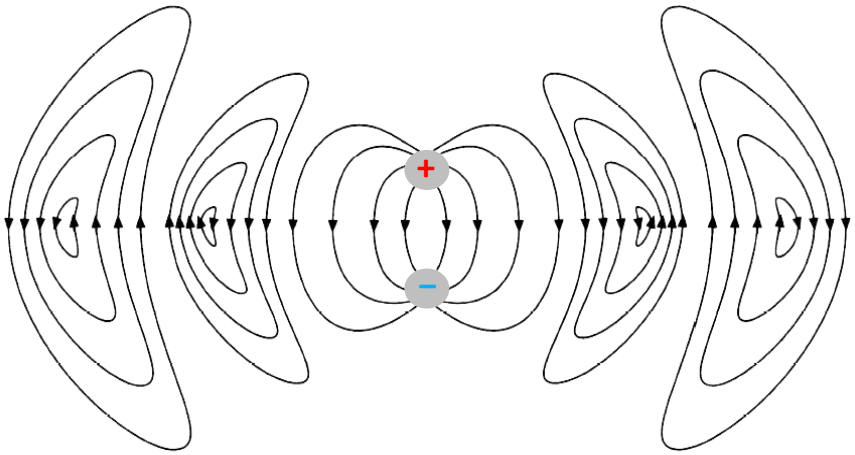
Gersning to‘lqin tajribalari

Maksvell nazariyasining haq ekanini isbotlash maqsadida olmon olimi Genrix Gers o‘z laboratoriyasida amaliy tajribalar orqali, to‘lqin uzunligi yorug‘lik to‘lqinlari uzunligidan anchayin uzunroq bo‘lgan elektromagnit to‘lqinlarni hosil qildi.
Shuningdek u yorug‘lik va elektromagnit to‘lqinlar o‘zaro mushtarak xossalarga ega ekanini isbotladi: ular bir xil tezlik bilan va to‘g‘ri chiziq bo‘ylab tarqaladi, akslanadi va qutblanishi ham mumkin.

To‘lqinlarni generatsiyalash uchun Genrix Gers, har birining uchida elektr o‘tkazgich sharlar o‘rantilgan ikkita simdan iborat tebranma konturdan foydalandi.



Sharlarning potensiallar farqi juda kattaligi tufayli, induksion g‘altak bilan ulangan generator yoki batareyka o‘rtasida qisqa tutashuv keltirib chiqarilgan. Bunda simlar orasida uchqun hosil bo‘lib, sharlar esa elektr orqali tutashgan. Keyin esa bir shardan boshqasiga o‘tib qaytayotgan zaryadning tebranishlari kuzatilgan. Ossilyator juda ko‘p to‘lqin generatsiyalagan. Ularning maydon chiziqlari quyidagi tasvirda ko‘rsatilganidek, elektr ossilyatorining maydoniga o‘xshash edi.



Maksvell tenglamalari uchun Gers ossilyatorga muvoif nazariy model tayyorladi. Uning yodamida olim yuqoridagi sxemada keltirilganidek, maydon chiziqlarini hisoblashi va ularni kuzatuvclar bilan muvofiqligini tekshirishi mumkin edi. Maks Plank ham o‘zining qora jism nurlanishi borasidagi tadqiqotlarida Gers ossilyatori tomonidan chiqariluvchi energiya ifodasidan foydalandi.

ossilyator entropiyasiga yo‘naltirish imkonini berdi. Bu esa Maks Plankning marra yo‘lidagi navbatdagi bekati bo‘lib, 1897 yildan to 1900 yilgacha, yuqorida ko‘rsatilgan savollar yuzasidan ish olib bordi va shuningdek Boltsmanning ishlarini ham chuqur o‘rganib chiqdi.

Sahnaga Vin chiqadi

Vilgelm Vin (1864-1928) Sharqiy Prussiyada tug‘ilgan bo‘lib, Plankdan biroz kichik edi. U avvaliga Gelmgoltsning assistenti bo‘lib ishlagan, keyin esa, Berlin yaqinidagi Imperial fizika-texnologiya institutiga o‘tib ketgan. Asr so‘ngiga kelib u ham qora jism nurlanishi masalalari yuzasidan borayotgan ilmiy ishlar bilan qiziqib qoladi. Vilgelm Vin ushbu muammoni yechish yuzasidan ikkita muhim kashfiyotni amalga oshirgan bo‘lib, buning uchun u 1911 yilgi fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan.

Dastavval Vin qora jism nurlatayotgan nurlanish intensivligi $\boldsymbol{K}_v$ faqatgina chastota yoki haroratga bog‘liq bo‘lmay, balki ularning har ikkalasining muayyan uyg‘unligiga bog‘liq ekanini isbotladi. Bu qonun hozirda ilm-fanda *Vin siljish qonuni* deb yuritiladi. Ushbu qonun beradigan uqtirishga ko‘ra, harorat ortgani sari qisqa to‘lqinli nurlanish faolroq bo‘ladi. Shu tarzda Vin odatiy sharoitlarda kuzatish mumkin bo‘lgan hodisa uchun nazariy asos barpo qildi: qizigan jismlarning spektri, qizishning ortishi yo‘nalishida spektning qizil qismidan boshqa qismlari tomon siljib boradi. Jadvalda mutlaq nol haroratdan boshlab, yulduzlar sirti haroratlarigacha bo‘lgan turli harorat darajalari uchun maksimal nurlanishni ta’minlaydigan to‘lqin uzunliklari ko‘rsatilgan.

Haroratga muvofiq nurlanish intensivligi eng maksimal bo‘ladigan to‘lqin uzunliklari (1 mkm=10^3 m)		
Harorat	To‘lqin uzunligi	Xos hodisa
−270 °C	1 mm (mikroto‘lqinlar)	Koinotning fon nurlanishi
100 °C	8 mkm (infraqizil)	Xo‘jalik radiatori
500 °C	3.76 mkm (infraqizil)	Barbekyu ko‘mirlari
1535 °C	1.6 mkm (qisqa infraqizil)	Erigan temir
5770 °C	0.48 mkm sariq	Quyosh sirti harorati

Vin siljish qonuni amaliy tajribada isbotlangan bo‘lib, u Plank uchun qora jism nurlanishining spektral taqsimotini tadqiq qilishda o‘ziga xos qo‘llanma bo‘lib xizmat qilgan. Vinning ikkinchi muhim kahfiyoti esa, o‘sha paytda mavjud tajribaviy ma’lumotlar bilan muvofiq keluvchi spektral taqsimot ifodasining matematik formulasini topgani bo‘lib, lekin Vin buning uchun tayinli nazariy asos taklif qila olmagan. Bu ifodaga ko‘ra, issiqlik nurlanishining intensivligi

chastotaga bog‘liq holda eksponensial tarzda pasayadi va shu tufayli ham Vinning mazkur formulasi fanda *ekspopensial qonun* deb ham nomlanadi.

1900 yil bo‘sag‘asida qora jism nurlanishini tadqiq qilish masalasi quyidagicha ko‘rinish olgan edi:

- Kirxgof tomonidan isbotlangan muayyan universial funksiya mavjud bo‘lib, unga muvofiq, berilgan haroratdagi issiqlik nurlanishining intensivligi, uning chastotasiga bog‘liq bo‘ladi. Bu funksiya nurlanish taratayotgan xossalariga jism hech qanday aloqadorlikka ega bo‘lmay, ideal qora jism nurlanishiga mos kelardri.

- Plank mutlaq qora jism modelini ishlab chiqdi. Uning devorlarida barcha chastotalarga xos elektr ossilyatorlari joylashtirilgan edi. Bu ossilyatorlar elektromagnit to‘lqinlarni Maksvell qonunlariga muvofiq ravishda nurlatar va yutar edi.

- Vin siljish qonunini kashf qildi. Unga ko‘ra, nurlanishning maksimal intensivligiga muvofiq keladigan to‘lqin uzunligi, qora jism haroratiga teskari proporsional ekan.

- Vin shuningdek, Kirxgofning universial qonuni uchun alohida formula ham taklif qildi. Unga muvofiq esa, nurlanish intensivligi, chastotaga bog‘liq holda eksponensial ravishda pasayadi. Vinning eksponensial qonuni amaliy tajriba natijalariga mos kelardi, lekin uning uchun qoniqarli darajadagi mustahkam nazariy asos yo‘q edi.

- Dastlabki izlanishlarini olim Boltsman taniqd qilganidan keyin, Maks Plank, mazkur hamkasbining statistik tadqiq uslublarini jiddiy o‘rganishga kirishdi.

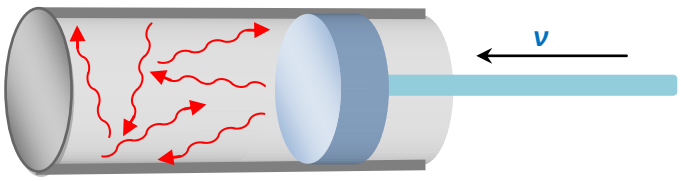
Yuqoridagilarni e’tiborga olib, biz energiya kvantining kashf etilish tarixidagi hal qiluvchi onni ilg‘ashimiz mumkin. U esa juda ramziy ma’no kasb etgan holda, asrlar bo‘sag‘asida yuz berdi.

Vinning siljish qonuni

Vin qora jism nurlanishning spektral yoyilmasi $\boldsymbol{K}_v$ ning chastota $\boldsymbol{v}$ hamda harorat $\boldsymbol{T}$ ga bog‘liq emasligi, lekin quyidagicha nisbat bilan aniqlanishini isbotladi.

$$K_v = v^3 F(\frac{v}{T})$$

bunda: F – faqat $\frac{v}{T}$ gagina bog‘liq bo‘lgan funksiya. Mazkur qonunni asoslash uchun Vin elektromagnetizm nazariyasidan va termodinamikadan ham foydalandi. Termodinamikadagi gazlarni o‘rganuvchi tajribadan foydalanib u ichkarida harakatlanuvchi porsheni bo‘lgan va nurlanish bilan to‘la bo‘lgan silindrni namoyish etdi.



Silind issiqlik nurlanishi bilan to‘latilgan, porshen ichki sirt yuzasi to‘la akslantiruvchi xossaga ega. Silindr ichki bo‘shlig‘i $\boldsymbol{u}_v(\boldsymbol{T})$ elektromagnit energiyaning shunday zichligiga egaki, bundagi elektromagnit energiyaning umumiy miqdori, ko‘rsatilgan funksiya bilan silindr hajmining ko‘paytmasiga teng bo‘ladi. Agar biz porshenni muayyan tezlik $\boldsymbol{v}$ bilan harakatlantrisak, Doppler effektiga muvofiq, porshen akslantiradigan nurlanish chastotasi unga ta’sir qilayotgan nurlanish chastotasidan farqqa ega bo‘ladi. Doppler effekti manbaning harakatining o‘zgarishiga bog‘liq holda to‘lqin uzunligining o‘zgarishiga asoslanadi. Bu o‘rinda shuni ham ta’kidlash joizki, tovush ham to‘lqinndir. Poyezd yaqinlashib kelayotganida biz uning tovushini aslida chiqarayotganidan ham balandroq tarzda eshitamiz. Chunki bunda to‘lqinlar fronti siqiladi va vaqt birligi ichidagi to‘lqinlar miqdori ortadi. Ya'ni, biz eshitayotgan tovush chastotasi oratdi. Poyezd uzoqlashayotganida esa biz borgan sari pastroq tovush eshitamiz. Porshen bilan bo‘ladigan holda esa, uning ichkari tomon harakatidagi akslantirilgan nurlanish, boshlang‘ich nurlanish chastotasidan biroz katta bo‘ladi. Bu qonunni ochilishi, termodinamik yondoshuvni qo‘llash orqali porshenning siljishdan avvalgi va keyingi holatlarning energiya balansini aniqlanganligi tufayli mumkin bo‘ldi. Unga ko‘ra shunday xulosa qilish mumkin: maksimal nurlanish to‘g‘ri keladigan to‘lqin uzunligi λ_{maks} hamda, qora jism harorati $\boldsymbol{T}$ quyidagicha tenglama orqali o‘zaro bog‘liqdir:

$$\lambda_{maks} T = konstanta = 2.898\ mm \cdot K$$

Rubens va Plank

Verner Simensni olmon Edisoni desa ham bo‘ladi: u turli xil elektr jihozlarini ixtiro qilgan, ularga patent olgan va ulkan kompaniya tashkil qilib, undagi o‘z ixtirolarining ishlab chiqarilishi orqali katta-katta daromadlarga erishgan. Berlin yaqinidagi Imperial fizika-texnologiya instituti ham 1887 yilda aynan uning tashabbusi bilan tashkil etilgandi. Institut fizikaning sanoat ahamiyatiga molik bo‘lgan masalalarni

o‘rganishga ixtisoslashgan bo‘lib, uning eng muhim vazifasi sifatida esa, sanoat mahsulotlari uchun aniq standartlarni ishlab chiqish va joriy qilish deb belgilangan. Ushbu masala bilamizki, doimo ishlab chiqarish va iste’molning eng muhim jihati bo‘lgan va shunday bo‘lib qoladi.

Mazkur institutda o‘z davrining eng ilg‘or asbob-uskunalari bilan jihozlangan optika laboratoriyasi mavjud bo‘lib, uni Gelmgoltsning shogirdlaridan biri, iste’dodli fizik-eksperimentator Otto Lyumer (1860-1925) boshqarardi. Lyumer institut tamal toshini qo‘ygan mutaxassislar sirasidan kirgan. Uning asosiy faoliyat yo‘nalishi – spektrning ko‘rinadigan va infraqizil nurlari bilan ish olib borishga mo‘ljallan nazorat -o‘lchov asboblarini loyihalash hamda takomillashtrishdan iborat bo‘lgan.

Olmon sanoati yoritish intensivligi uchun standart joriy etishni ko‘ndalang masala qilib qo‘ygandi. Bu davrda cho‘g‘lanma va gazli lampalarning ommaviy ishlab chiqarilishi boshlangan bo‘lib, yortish masalalarida umume’tirof etilgan xalqaro standart joriy qilinishi zaruriyatini zamonning o‘zi taqozo etib turardi. Aynan ushbu jihat qora jism nurlanishi xossalarini o‘rganishga bo‘lgan qiziqishning yanada ortishiga sabab bo‘ladi: agar qora jismning nurlanishiga uni tayyorlashda qo‘llangan moddaning tabiiy xossalari hech qanday ahamiyat kasb etmasa, nurlanish esa, Kirxgof isbotlaganidek, faqatgina haroratga bog‘liq bo‘lsa, demak uni satndart sifatida qabul qilsa bo‘ladimi?

Lyummerning qora jism nurlanishi masalasini o‘rganish borasida qo‘shgan ilk muhim xissalaridan biri, uning boshqa bir yetuk mutaxassis Oygen Brodxun (1860-1938) bilan birgalikda, nurlanish intensivligini o‘lchaydigan fotometr (yoki, fotometrik kubik) yasagani bo‘lgan edi. Lyummer-Brodxun asbobi ikkita nur oqimlarining intensivliklarini o‘zaro taqqoslagan: ulardan biri avvaldan tayyor manba-etalondan keluvchi nurlanish, ikkinchisi – o‘lchanayotgan nurlanish. Asbobda ikkita uyg‘un prizma joylashtirilgan bo‘lib, ularning har biriga alohida nur oqimi yo‘naltirilgan. Nurlarning sinishi natijasida ularning har ikkalasi o‘zaro yonma-yon yaqin yo‘nalish hosil qiladi va tadqiqotchi qiyoslash usuli bilan bu nurlarning yorqinligini aniqlaydi. Nurning etalon manbani uzoqlashtirib yoki, yaqinlashtirib ko‘rish orqali, o‘lchanayotgan manbadan kelayotgan nurlanish intensivligini aniqlanadi. Biroq, Lyummer-Brodxun fotometrining asbobining imkoniyatlari, qora jism spektral yoyilmasini o‘rganish uchun yetarli bo‘lmagan. Chunki, avval ham ko‘rganimizdek, bunda issiqlik nurlanishining asosiy qismi spektrning infraqizil sohasiga taaluqli bo‘ladi va uni inson ko‘zi ko‘rib taqqoslash imkoniga ega emas.

Gelmgoltsning ajoyib shogirdlaridan yana biri, hamda Ipmerial fizika-texnologiya institutidagi hamkasbi Ferdinadn Kurlbaum (1857-1927) bilan birgalikda, Lyummer 1892 yilda balometrning takomillashtirilgan yangi talqinini ishlab chiqdi. Mazkur asbob fotometrik kub bilan konseptual jihatda aynan bir xil bo‘lib, lekin u

faqat ko‘rinadigan nurlar spektrinigina emas, balki har qanday elektromagnit nurlanishlarning intensivligini o‘lchash imkonini beradi.

YORUG‘LIK INTENSIVLIGI STANDARTI

Imperial fizika-texnologiya institutidagi qora jism nurlanishi bo‘yicha tadqiqotlar muhim amaliy maqsadni – yoritish intensivligi bo‘yicha maxsus standart joriy qilishni ko‘zlagan. XIX asr oxiri va XX asr boshida turli mamlakatlar uchun turli xil cho‘g‘lanma lampalar bo‘yicha bir necha xildan stadtartlar mavjud bo‘lib, masalan ingliz standart shami, $\frac{1}{6}$ funt vaznli kashalot suyuqligili (spermatsetli) shamning soatiga 120 grandan yonishidan beradigan yorug‘lik intensivligiga teng deb olingan.

Qora jism nurining kuchi.
Plankning amaliy tajribalari natijalari va nazariy izlanishlari o‘z mahsulini berdi. 1948 yilda Xalqaro o‘lchov birligi – kandela, *cd* (sham) joriy etilishi bilan, eski standartlardan voz kechildi va yangisiga yoppasiga o‘tildi. Qora jismning platina metali qotish haroratidagi nurlanish yorqinligi, har 1 sm^2 60 kandeladan to‘g‘ri keladi. Mutlaq qora jismni yasashning amaliy qiyinchiliklari hamda, optika va radiometriya sohalarida erishilgan yangi natijalarni unobatga olib, 1979 yilda kandelaning yangicha xalqaro ta’rifi shakllantirildi: «**Kandela – berilgan yo‘nalishda chastotasi $540 \cdot 10^{12}$ gers bo‘lgan monoxromatik nurlanish tarqatuvchi manbaning yorug‘lik kuchiga teng, bu nurlanishning energetik yorug‘lik kuchi, shu yo‘nalishda $\frac{1}{683}$ Vatt taqsim steradianni tashkil qiladi»**. Amalda bitta sham yorug‘ligi, taxminan bir kandelaga teng bo‘ladi. 40 Vt lik lampochkaning yorug‘lik kuchi esa, bir necha o‘n kandelani tashkil qiladi.

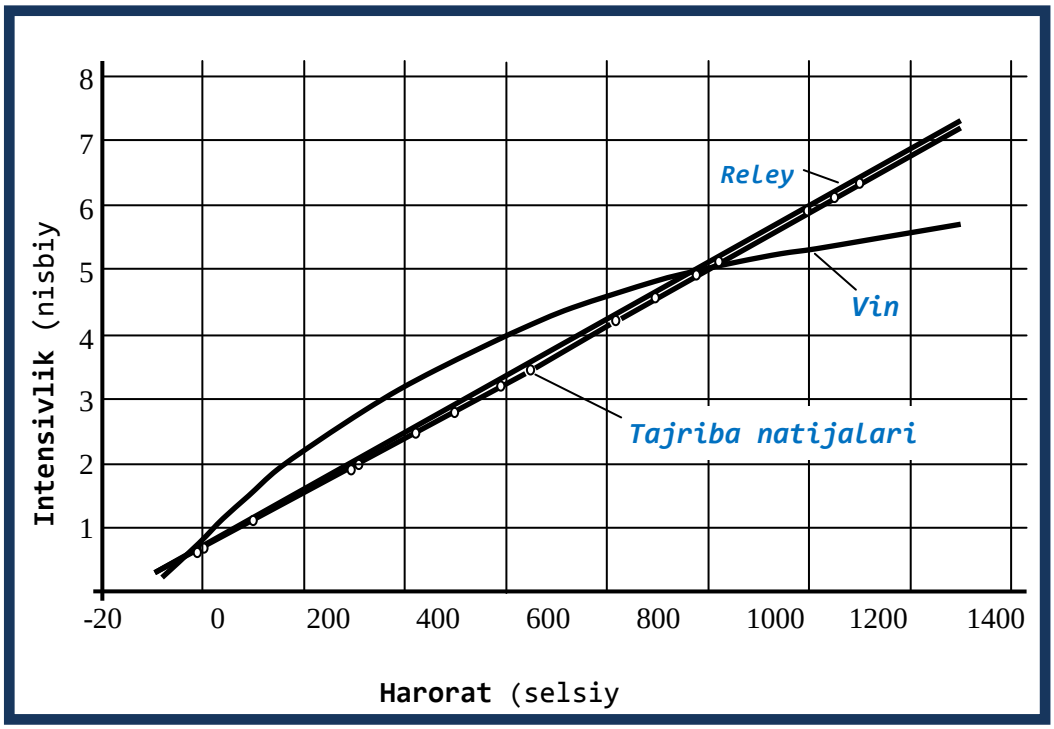
1895 yili Lyummer hamda Vin birgalikda, faraziy mutlaq qora jismni tayyorlashning ehtimoliy imkonli uslublari tahlil qilingan hammualliflik maqolasini e’lon qilishdi. Bungacha ko‘plab fizik-amaliyotchilar turli xil yo‘llar bilan qoraytirilgan yuzalardan foydalanib qora jism yasashga urinib kelgan edilar va lekin ularning hech birida, o‘z modellarining mutlaq qora jism bilan ayni bir xillikka ega ekani haqida aniq dalil-isbot yo‘q edi. Ya'nikim, o‘z modellarining nurlanishi barcha chastotalarda bir xilda bo‘lishiga erisholmayotgan edilar. Vin va Lyumer maqolasi xulosasida, qora jism modeli uchun eng maqbul model – teshikchasi bo‘lgan ichi bo‘sh jismdir degan ta’kid bor edi. Lyummerning o‘zi, ushbu g‘oyani tekshirib ko‘rish fikri shu choqqacha hech kimning miyasiga kelmagani va uni amalda sinab ko‘rish borasida hamon birov urinmaganiga taajub bildirib, uni 40 yil muqaddam avval Kirxgof, keyinchalik esa Boltsman ham taklif qilgan mumtoz g‘oya ekanini taasuf bilan aytib o‘tadi.

Bunday faraziy qora jismning amalda tayyorlangan ilk modellari, ichkarisi qorakuya bilan qoraytirilgan sopol idishlar bo‘lib, uning devorlarida maxsus kichik

tirqish qoldirilgan. Idish harorati aniq nazorat qilinadiga suyuqlikka botirilgan. Shu tarzda, 188 °C dan 1200 °C gacha bo‘lgan haroratlarda tajribalar o‘tkazib ko‘rilgan.

1898 yilda Lyummer va Kurlbaum maxsus elektr kontaktlar o‘tkazilgan qora jism modelini tayyolashdi. 100 A tok kuchiga ega bo‘lgan elektr ta’minoti, qora jism ichkarisida 1500 °C gacha bo‘lgan haroratga erishish imkonini berdi. Ushbu model va bolometrdan foydalanib, Lyummer va Ernst Prinsgeym (1859-1917) uzun to‘lqinli va infraqizil nurlanishlar sohalarida paydo bo‘ladigan Vin eksponensial qonunidan ilk chetlanishlarni ilg‘ab qolishdi.

1900 yil yozida Kurlbaum hamda, Berlin Texnika Universiteti professori Genrix Rubens (1865-1922) spektarl yoyilishning yanada aniqroq o‘lchashlarni amalga oshirishdi va Vin taxminlari bilan nomuvofiqlikka ega bo‘lgan natijalarni qayd etishdi.



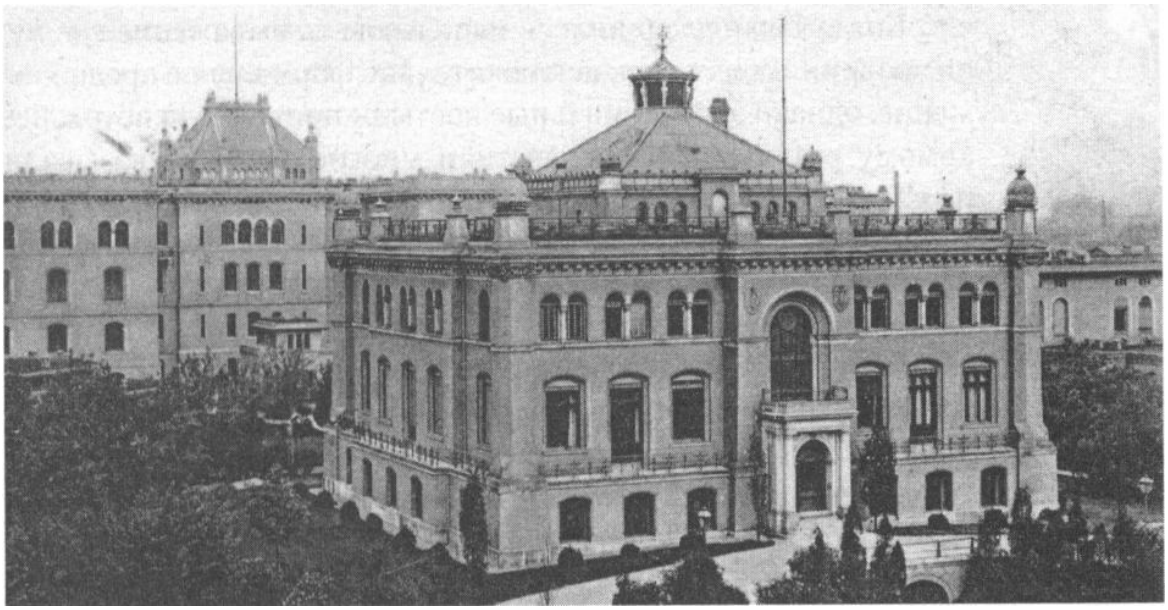
Rubens va Kurlbaumlarning qora jism nurlanish intensivligining 51.2 mkm to‘lqin uzunligigacha bo‘lgan nurlanishlarda haroratga bog‘liqligi yuzasidan o‘tkazgan tajribalarining natijalari Reley qonuniga muvofiq kelardi.
Bunda Vin qonuni bajarilmagan.

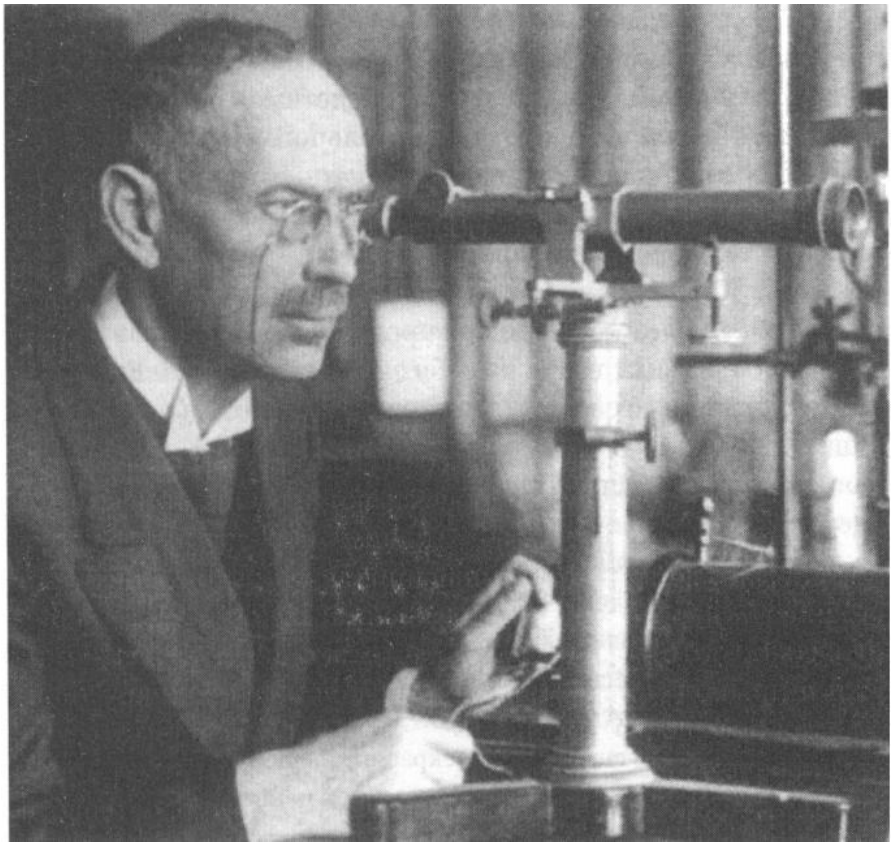
1900 yilning 7-oktyabr sanasi, haftaning yakshanba kunida Rubens o‘z rafiqasi bilan Plank xonadonida mehmon bo‘ladi va o‘z tadqiqotlarida erishgan muvaffaqiyatlari bilan o‘rtoqlashadi. Uzun to‘lqinli soha uchun Vin qonuni bajarilmayotgan edi, lekin, boshqa tarafdan o‘lchash natijalari, biz keyingi bobda tanishadigan Reley qonuniga muvofiq kelardi. Rubenslar ketishgach, Maks Plank o‘z ish kabinetiga yo‘l oldi. Ehtimol aynan o‘sha oqshomda u o‘ziga olamshumul shon-shuhrat keltirgan ilmiy qonunni kashf etgandir. Plank uni termodinamikaning birinchi yoki ikkinchi bosh qonunlaridan keltirib chiqargani yo‘q, aksincha, avvalroq ossilyatorlar sistemasi entropiyasi uchun ochilgan ifoda uchun yana bir hosila miqdor kiritdi.

Keyingi sanada Plank Rubensga quyidagi yangi formula yozilgan ochqich-tabriknoma xat jo‘natdi:

$$u_v = C\frac{v^3}{e^{av/T} - 1}$$

Bir necha kundan keyin Rubens yana Plank qoshida hozir bo‘ldi va uning formulasi amaliyot bilan to‘la muvofiqlikka erishayotganini ta’kidladi.





Yuqoridagi suratda: Imperial fizika-texnologiya instituti. Aynan shu dargohda Maks Plankning kvant gipotezasini shakllanishiga olib kelgan fizik hodisa -qora jism nurlanishini tadqiq qilingan.
Berlin, Sharlottenburg hududi.

Pastdagi rasmda: Imperial fizik –texnologiya instituti professori Genrix Rubens laboratoriyada ish jarayonida. U qora jism nurlanishini spektrning infraqizil sohasiga tegishli qismi intensivligini katta aniqlik bn o‘lchashga muvaffaq bo‘lgan. Uning tadqiqotlari Plank ning ilmiy ishlari uc hal qiluvchi kalit bo‘lib xizmat qilgan.

Faqat faraz va taxmin: $\mathcal{E}=h\upsilon$

Plank zudlik bilan yangi fizik qonunning nazariy poydevorini barpo etishga kirishdi. Ikki oylik qattiq mehnatdan keyin, 1900 yilning 14-dekabr kuni Olmon fizika jamiyati majlisida uning nutqi tinglandi. Bu kunni ko‘pchilik kvant fizikasining tavallud kuni deb hisoblaydilar. O‘z nutqida Plank, qonunning garchi shaklan o‘xshash bo‘lsa-da, mohiyatan turlicha bo‘lgan ikkita muqobil isbotini topganini ma’lum qiladi. Uning har ikkala talqindagi isbotlashlarida ham kvant gipotezasi ishtirok etgan.

Biz Maks Plankning «Fizika solnomalari» («*Annalen der Physik*») jurnalida 1901 yilda chop etilgan va qora jism nurlanishi qonuni xulosalaridan biri yuzasidan bayon qilgan muhim fundamental g‘oyalarini bayon qilamiz. Kirish nuqtasi sifatida ossilyator energiyasi $\boldsymbol{U}_\nu$ va elektromagnit maydoni zichligi $\boldsymbol{u}_\nu$ orasidagi nisbat qaraladi va u quyidagi ifodaga binoan muvozanatda bo‘ladi:

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^3}{c^3} U_\nu$$

Endi ossilyator energiyasi $\boldsymbol{U}_\nu$ ni chastota va harorat funksiyasi sifatida aniqlash talab etiladi. Buning uchun Plank entropiyaning Bolstman taklif qilgan ehtimollikka asoslangan izohidan, aniqroq aytsak u sistemaning $\boldsymbol{S}$ entropiyasini ehtimollik $\boldsymbol{\Omega}$ bilan bog‘laydigan tenglama:

$$S = k \ln \Omega$$

dan foydalandi.

Ω ni hisoblab topishda ossilyatorlarning umumiy energiyasiga ko‘ra sistema qanday ehtimoliy konfiguratsiyalarga ega bo‘lishini bilish darkor. Konfiguratsiyalar miqdorini aniqlash uchun, Plank energiyaning ε kattalikka ega bo‘lgan diskret elementlarga taqsimlanishi haqidagi farazdan foydalandi. Vin siljish qonuni bajarilishi uchun Plank mazkur *energiya elementlari* (u o‘zi shunday nomlanish bergan) chastota $\boldsymbol{n}$ ga quyidagi formulaga binoan proporsional bo‘lishi kerakligini aniqlashga majbur bo‘ldi:

$$\varepsilon = h\nu.$$

Ushbu diskret elementlar keyinroq kvantlar degan nomlanish oldi. Yuqorida keltirilgan ifoda esa kvant gipotezasi deb atala boshladi. Ifodada h bilan belgilangan qiymat – konstanta (doimiy) bo‘lib, u 6.62606957(29)·10−34 $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{Hz}}$ (joul taqsim gers) ga teng. U hozirda ilm-fanda Plank doimiysi deb yuritiladi.

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni entropiyadan energiya va harorat orasidagi nisbatlarni hisoblash uchun foydalanish imkonini beradi. Qator almashtirishlardan keyin Plank quyidagicha ifodaga ega bo‘ldi:

$$u_\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \times \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Bu Maks Plankning oktyabr oyida taklif qilgan formulasining o‘zginasi bo‘lib, lekin uning yangicha talqini qonunda paydo bo‘layotgan ikkita konstantalar ***C*** va ***a*** uchun aniq ifodalarni keltirib chiqarish imkonini beradi. Ularning qiymatlari, ya'ni, $C = \frac{8\pi h}{c^3}$ va $a = \frac{h}{k}$ lar, mazkur ikki konstantalarni boshqa bir fizik doimiular – yorug‘lik tezligi ***c*** va Boltsman doimiysi ***k*** bilan aloqadorligini ta’minlaydi. Entropiya ta’rifidan olingan konstantaning Maks Plank ilmiy ishlarida paydo bo‘lishi g‘oyat muhim ahamiyatga ega. Kitobning so‘nggi bobida biz, konstantalarning o‘zaro nisbatlaridan kelib chiqadiga ba’zi muhim xulosalar bilan tanishamiz.

Plank isbotlashlarining konseptual elementlarini yana bir bora ko‘rib chiqamiz:

- Elektrodinamika ossilyatorning mexanik energiyasi hamda, energiya muvozanatda turadigan elektromagnit maydoni o‘rtasidagi munosabatni shakllantirish imkonini beradi. Bu munosabat, ossilyatorning qancha energiya nurlatsa, o‘zi ham shuncha energiya yutadi degan taxminga suyanadi. Ushbu munosabat ossilyatorning zaryadi yoki, massasi singari fizik xossalariga bog‘liq emasligini, lekin, universial konstanta bo‘lmish – yorug‘lik tezligi bilan aloqador ekanini kutish qanaqasiga mumkin edi? Bu Kirxgof qonuniga binoan bo‘lib, unga ko‘ra, bo‘shliq nurlanishning spektral taqsimoti, uning devorlari tayyorlangan moddaning fizik xossalariga bog‘liq bo‘lmaydi.
- Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni ichki energiya va harorat o‘rtasidagi munosabatni entropiya ifodasi orqali topish imkonini beradi.
- Vanihoyat, Boltsmanning ehtimoliylikka asoslangan izohiga ko‘ra, ossilyatorlar sistemasining entropiyasini hisoblab chiqarish mumkin.

Bu omillarga qo‘shimch aravishda Plank, haqligi empirik yo‘l bilan isbotlangan kvant gipotezasini ham uyg‘unlashtirdi. Shuni ham qayd etamizki, har bir ossilyator nurlanish energiyasini ***ν*** kattalikka proporsional ravishda yutadi hamda nurlantiradi. Ossilyator elektromagnit nurlanishini yutganida yoki, nurlatganida, uning energiyasi ***hν*** miqdorga ko‘ra ortadi yoki, kamayadi. Boz ustiga, ossilyatorlarning energiyasi kvantlanadi. ***ν*** chastotali ossilyator energiyasi, quyidagi qiymatlarga ega bo‘lishi mumkin: ***hν***, 2***hν***, 3***hν***,...n***hν***.

Ushbu tashkil qiluvchilar ichida Plank nazariga ko‘ra eng muhimi, kvant nazariyasining o‘zi emas, balki, Boltsmanning ehtimoliylik izohiga murojaat

qilishning majburiyligi bo‘lgan edi. Qayd etish joizki, XIX asr so‘ngiga kelib, elktrodinamika va termodinamika fanlari yaxshi darajada o‘rganilgan bo‘lib, shunga qaramay, Boltsmanning g‘oyalari anchayin keskin va jo‘shqin ilmiy munozaralarga sabab bo‘lgan edi. Bu hol ayniqsa Germaniyada yaqqol namoyon bo‘lgan. Maks Plank esa Boltsman usullarini amalda qo‘llagan ikkinchi fizik bo‘lib maydonga chiqdi (birinchisi Boltsmanning o‘zi edi). Boltsman g‘oyalari o‘z ilmiy faoliyatida muvaffaqiyat omili bo‘lib xizmat qilganiga hayratda qolgan Plank, bu holat ta’siri ostida kvant gipotezasini o‘zini ikkinchi darajaga tushirib qo‘ygan edi. Ko‘rib turganimizdek, Plank aslida o‘z ishlarida kerakli natijaga erishish uchun, aynan aytganda esa, bir necha oy avval o‘zi kashf qilgan va Rubens bilan birgalikda g‘ayrat ila o‘tkazgan amaliy tajriba ma’lumotlariga ko‘ra tasdiqlangan ilmiy qonunni isbotlash uchungina, Boltsman izohlariga murojaat etishga majbur bo‘lgan edi. Faqat kvant nazariyasidan foydalanishgina, ossilyatorlar sistemasining ehtimloiy holatlari hisob-kitoblarini kutilgan natija berishiga olib kelgan.

Agar ichki ilhombahsh mantiq va beqiyos ilmiy joziba bilan liq to‘la bo‘lgan Eynshteyn (1879-1955) yoki, Shryodinger (1887-1961) maqolalarini Motsart asarlari bilan qiyoslasak, unda Plankning 1901 yilda «Fizika solnomalari»da e’lon qilingan ishlarini maftunkor jazz kompozitsiyasiga, uning $\boldsymbol{\varepsilon=h\nu}$ formulasini esa, dohiyona ijroga muqoyasalash o‘rilidir.

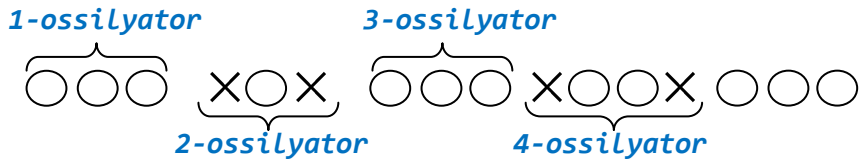
Oradan 30 yil o‘tib R.P.Vudga yo‘llagan maktubida, Plank o‘sha ilmiy ishlari haqida mulohaza qilar ekan, o‘sha paytdagi o‘z holatini «Chorasizlik akti» deb ataydi:

> «*Men modda va uning nurlanishi orasidagi muvozanat yuzasidan 6 yil (1984 yildan boshlab) hech bir muvaffaqiyatlarsiz urinib-berindim. Men ushbu masala fizika uchun fundamental ahamiyat kasb etishini bilardim va odatiy spektrdagi (ya'ni, qora jsim spektridagi) energiyaning taqsimotini ifodalovchi formulani topishga erishdim; shunga muvofiq, buni nazariy jihatdan asoslovchi isohni istalgan qimmatga ko‘ra topish kerak edi va buning qadri juda baland bo‘lishi mumkin edi*».

Maks Plank o‘zining $\boldsymbol{\varepsilon=h\nu}$ formulasini amalda qo‘llashga majbur bo‘lganida, u bunga istisno tariqasidagi xususiy holat, joriy ehiyoj xolos deb qaragan. Biroq aynan ushbu shakldagi munosabat olimni kutilgan natijaga olib chiqdi. Keyinchalik ko‘plab fiziklar, bir qarashda juda sodda ko‘ringan mazkur gipotezaning favqulodda muhim xulosalariga bir umrlik maftun bo‘lishdi.

Plank qonunining matematik xulosasi

Muayyan $S = k \ln \mathbf{\Omega}$ chastota bilan o‘zaro ta’sirlashayotgan ossilyatorlarning entropiyasini hisoblash uchun, Ω ning amalda bo‘lishi mumkin bo‘lgan barcha konfiguratsiyalari miqdorini hisoblash kerak. Ushbu miqdor, energiya elementlarining barcha ikmonli taqsimlanish usullari ***P*** ning ε kattalik hamda, ossilyatorlarning soni ***N*** bilan chambarchas bog‘liq bo‘ladi. Energiya elementlarini doirachalar ko‘rinishida, bitta ossilyatorga mos keluvchi elementlar chegarasini esa × belgisi bilan belgilaymiz. Har qanday konfiguratsiyani quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:



Bu misolga ko‘ra, birinchi ossilyatorda uchta energiya elementi mavjud, ikkinchisida bitta, uchinchisida – uchta, to‘rtinchisida – ikkita va ho kazo. Konfiguratsiyalarning ehtimoliy miqdorini bizga quyidagi ifodaga asoslangan kombinatorika beradi:

$$\mathbf{\Omega} = \frac{(N + P - 1)!}{P!\,(N - 1)!}$$

Zanjirda bizda ***N***+***P***−1 ifodalar mavjud. Suratdagi faktorial, doirachalar va × larning bo‘lishi mumkin bo‘lgan barcha kombinatsiyalarini ifodalaydi. Mahrajdagi faktorial shuni ko‘rsatmoqdaki, doirachalar va × larning ketma-ketlik tartibi hech qanday ahamiyatga ega emas, chunki ossilyatorlar va energiya elementlarini farqlab bo‘lmaydi. Plank o‘ziga ma’lum yaqinlashuvga, ya'ni, Stirling formulasiga murojaat etdi. Una ko‘ra, $\ln n! = n \ln n - n$ ga teng. Shunga ko‘ra, ***N*** va ***P*** birdan ancha katta bo‘lgani uchunligidan:

$$S = k[(N + P)\ln(N + P) - P \ln P - N \ln N]$$

kelib chiqadi.

$U_N = P\varepsilon$ ekanligidan foydalanish va har bir ossilyatorning o‘rtacha energiyasi $U_N = NU$ ni kiritish orqali, Plank quyidagicha ifodani keltirib chiqardi:

$$S = k[\left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) \ln\left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) - \left(\frac{U}{\varepsilon}\right) \ln \frac{U}{\varepsilon}]$$

Ushbu ifodadan kelib chiquvchi energiya ifodasinining Vin siljish qonuniga muvofiq kelishi uchun, Plank S faqatgina $\frac{U}{\nu}$ ning xususiy funkisyasi bo‘lishi mumkinligini isbotladi. O‘z navbatida bunda xulosa, ε=***hν*** gipotezaga murojaat etishga majbur qiladi va bunda ***h*** – konstanta bo‘ladi. hozirda u Plank doimiysi deb yuritiladi.

Yuqoridagilar inobatga olinsa, quyidagicha ifoda kelib chiqadi:

$$S = k[\left(1 + \frac{U}{h\nu}\right) \ln\left(1 + \frac{U}{h\nu}\right) - \left(\frac{U}{h\nu}\right) \ln \frac{U}{h\nu}]$$

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni bizga energiya va harorat o‘rtasida quyidagicha munisbata borligini beradi:

$$\frac{1}{T} = \frac{dS}{dU}$$

Hosilani hisoblab va ***U*** ni topish orqali, ossilyatorning o‘rtacha energiyasini aniqlashimiz mumkin:

$$U_\nu = \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Ossilyatorning energiyasi va u bilan muvozanatda turgan elektromagnit maydoni orasidagi nisbatdan foydalanib, quyidagicha ifodani keltirib chiqaramiz:

$$U_\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \cdot \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

Aynan ushbu ifoda, Maks Plank empirik yo‘l bilan aniqlagan narsa – energiyaning spektral taqsimlanishini o‘zida namoyon qiladi.

Baxtiqarolik ibtidosi

XX asrning dastlabki yillari Maks Plank hayotidagi eng baxtli damlari bo‘lib qoldi. U Mariya Merk (1861-1909) ismli ayolga uylandi. Ularning oilasida ketma-ket farzandlar - Karl, Greta, Emma va Ervin dunyoga kelishdi. Plank tadqiqotchi professor sifatida katta shuhrat qozongan bo‘lib, uning xonadonida o‘sha davrning ilg‘or fikrli kishilari bo‘lgan insonalr - musiqachilar, olimlar, talabalar va boshqa ziyolilar yig‘ilishardi. Professor martabasi uchun to‘lanadigan maosh hamda, davriy nashrlardagi muntazam chiqishlar evaziga keluvchi gonorarlar evaziga olim moddiy

tarafdan ancha to‘kinchilikda yashardi. Shuningdek uning oilasiga badavlat qaynotasi doim moddiy ko‘mak ko‘rsatib turardi. Va uning ushbu baxtiyor olami, 1909 suyukli xotinining vafotidan so‘ng ostin-ustun bo‘lib ketdi. Garchi uncha ko‘p muddat o‘tmay, Plank yana boshqa uylangan bo‘lishiga qaramay, boshlangan o‘sha baxtsizlik uni muttasil ta’qib etishda davom etaverdi.

Plank to‘ng‘ich o‘gli Karldan 1916 yilda, I-jahon urushida judo bo‘ldi. 1917 yilda qizi Greta ham, ko‘zi yoriganidan bir hafta o‘tib tug‘ruq asoratlari tufayli vafot etdi. Plankning ikkinchi qizi Emma, opasi Gretaning farzandini o‘z qaramog‘iga oldi. Lekin Emmaning o‘z pochchasi, ya'ni, marhuma opasining eri bilan munosabatlari do‘stona kayfiyat chegarasidan chiqib, ishqiy sarguzashtga aylanib ketdi. 1919 yilda u o‘z pochchasiga turmushga chiqdi. Lekin Emmaning peshonasiga ham opasiniki singari taqdir bitilgan ekan. Aynan o‘sha yili dekabrda u ham tug‘ruq asoratlari tufayli olamdan o‘tdi.

O‘sha zamonning eng nufuzli kishilaridan biri bo‘lgan olim Albert Eynshteyn, o‘z do‘sti Maks Bornga yozgan maktubida, olim Maks Plank qizi Emmaning vafoti tufayli qanchalik qayg‘uga cho‘mganini ko‘rib ezilib ketganini yozadi. U o‘kinch ko‘z yoshlarini yashirolmay, musibatdan mislsiz zada bo‘lganini aytadi. Emmaning vafotidan biroz avval, Plank o‘z hamksabi Rungega shunday yozgan edi:

> «*Hayotda ko‘plab muqaddas narsalar va albatta bajarishing lozim bo‘lgan buyuk ishlar borki, alal-oqibat, hayotning qadri uni qanday yashab o‘tganing bilan belgilanadi. Shu tarzda, har bir inson o‘zining hayotdagi burchiga qaytib yashashda davom etishi va yaqinlariga o‘zi istagandek muhabbat va qadr izhor qilishda bardavom bo‘lishi lozim*».

Plankning ikkinchi xotini Marga fon Xyosslin (1882-1948) eriga qanchalik mehribon va g‘amxo‘r bo‘lmasin, lekin o‘zi ham hayotda undan kam bo‘lmagan g‘am-tashvishlarga mubtalo bo‘ldi. 1948 yilda Eynshteynga yo‘llagan xatida Marga eri haqida yozar ekan, «*Oila davrasida u o‘zidagi barcha insoniylik fazilatlarini boricha, to‘la namoyon qilar edi*» deb ta’kidlagan. Marga bilan qurilgan ikkinchi turmushidan Plankning beshinchi farzandi – German dunyonga keldi. Musibatlar qanchalik og‘ir bo‘lmasin, Maks Plankning yaqinlari va Planklar avlodi amal qilib kelgan ajoyib oilaparvarlik an’analari unga bu savdolarni yengib o‘tishga katta ko‘mak berdi. Plank yangi oilasi bilan ham oson til topishib ketdi. O‘g‘li Ervin ham bu borada otasini qattiq qo‘llab quvvatladi. Marhuma qizlaridan yodgorlik o‘laroq qolgan ikki nafar go‘dak nabiralar bilan ovunib buyuk olim hayotidagi zadali kunlardan uzoqlasha boshladi. U nabiralarini juda-juda yaxshi ko‘rardi va ularning tarbiyasini hech kimga ishonmay, ular bilan shaxsan o‘zi shug‘ullanardi.

Birinchi jahon urushi:
93-lar manifestidan Vilgelm I ning qoralanishigacha.

1914 yil avgustida Germaniya Belgiyaga bostirib kirdi. O‘sha paytda Maks Plank Berlin universitetida rektor bo‘lib ishlardi. Urushning boshlanishini u ko‘trarinkilik bilan qarshi oldi. Vatanparvarlik (lekin u qanaqasiga vatanparvarlik bo‘lsin, axir u urushni va o‘zga mamlakatga tajovuz qilishni ma’qullasa? – *tarjimon izohi*) kayfiyati butun mamlakatni qamrab oldi. Ko‘plab nemis olimlari va ziyolilari ham shunga o‘xshash ko‘tarinki kayfiyatni his qilar edilar. Buni olimlar, ha aynan olimlar tomonidan tayyorlangan manifest matni ham isbotlab turibdi. Ushbu manifest, jahon diplomatik doiralari tomonidan, nemis qo‘shinlarining Belgiya yerlarida qilgan hunrezliklarini qoralab qilgan ayblovnomalariga javoban qabul qilingan bo‘lib, 1914 yilning 4-oktyabrida e’lon qilingan va «*Madaniy olamga*» deb nomlangan. Lekin u tarixda ko‘proq *93-lar manifesti* nomi bilan mashhur. Chunki uni 93 nafar nemis olimlari va ziyolilari imzolashgan edi. Ular orasida, qanchalik g‘alati bo‘lmasin, o‘sha zamon nemis ilm-fanining eng yetuk olimlari, xususan, qahramonimiz Maks Plank, shuningdek Frits Gaber, Feliks Klyayn, Valter Nernst, Vilgelm Ostvald, Vilgelm Vin va boshqalar bo‘lishgan. Manifest matnini dramaturg Lyudvig Fuld yozgan. Hozirda shunday taxmin mavjudki, mazkur manifestni imozlaganlardan na Plank va na boshqa yetuk olimlar uni avvalo o‘qib ko‘rmay ham qo‘l qo‘yib yuborishgan bo‘lishsa kerak. Lekin basharti shunday bo‘lgan taqdira ham, bu vaj ulardan mas’uliyat va javobgarlikni soqit qilmaydi.

Mazkur hujjat o‘zida vatanparvarlikning qandaydir mutaasib ko‘rinishini aks ettirgan bo‘lib, fanatizm kayfiyati bilan yo‘g‘rilgan edi. Unda jumladan shunday deyilgan: «*26 yillik boshqaruv davri mobaynida Vilgelm* II *butun olamni panoh qiliguvchi shaxs sifatida o‘zini namoyon qildi*». [...] «*Bizning qo‘shinlar Lyuvenda vahshiylarcha shavqatsiz harakat qilishgani g‘irt uydirma! Aksincha, kvartiralarda ularga quturgancha tashlangan mahalliy aholiga nisbatan, yurakda og‘ir anchinish bilan o‘ch olishga majbur bo‘lishgan va shahar aholisning ma’lum qismini otib tashlashga to‘g‘ri kelgan*». Va hatto «*nemis militarizmisiz, nemis madaniyatining o‘zi ham allaqachon,* (*paydo bo‘lmasdanoq*) *yo‘q bo‘lib ketgan bo‘lardi*» qabilidagi gaplarni ham o‘qish mumkin.

Maks Plank va uning olim hamkasblari, bir necha oylar avval universitet yo‘laklarida xandon otib kulib yurgan beg‘ubor talabalar endilikda armiya safiga qo‘shilib, Lyuvenda kattagina kutubxonani kulini ko‘kka sovurishganiga ishonishmagan, yoki, shunchaki ishonishni istashmagan bo‘lishsa kerak. Maks Plankning rektor sifatidagi nutqlari va olim sifatidagi ma’ruzalari, hamda, o‘z hamkasblari va oila a’zolariga yo‘llagan 1914 yilga taaluqli xatlarida militaristik ritorika va mutaasib vatanparvarlik ruhiyati namoyon bo‘ladi:

«*Barcha daxshatlardan tashqari, yana qandaydir kutilmagan buyuklik va maftunkorlik bor: barcha partiyalarning mustahkam jipsligi tufayli milliy siyostaning barcha mushkul masalalarini hal etilishida boshqa hammadan ham a'loroq, yaxshi va oliy muddao aks etadi*».

Lekin 1915 yildayoq Plankning qarashlarida ehtiyotkorlik va nisbatan vazminlik kuzatila boshlaydi. U oʻziga yaqin, ishonchli kishilari davrasida 93-lar manifestiga nisbatan shubhalar va ishonchsiliklar bildira boshlaydi. Bunday firkiy oʻzgarishlarga asos boʻlib, XIX asr oxiri va XX asr boshi Yevropa fizikasida tan olingan eng yuksak nufuzli olim Xendrik Anton Lorents (1853-1928) bildirgan munosabat katta ahamiyat kasb etgan. Lorent harbiy nizodan holi boʻlgan, neytral davlat boʻlmish Gollandiyada istiqomat qilar edi. Uning Plank bilan doʻstona ilmiy aloqalari ancha chuqur ildizga ega boʻlib, muhorabadagi tomonlarning barchasini davlat tillarini: nemis, fransuz va ingliz tillarini mukammal bilgan. Aynan shu omil va urushdan zahmat koʻrgan oilalarning ayanchli taqdiriga befarq boʻla olmaganligi, Lorenstning urushga nisbatan nafrati ortishiga va uni imkon qadar tez toʻxtatishga boʻlgan jiddiy urinishiga sabab boʻlgan edi.

Lorent Maks Plankka maktub yoʻllar ekan, nemis askarlarining Belgiyada qilgan hunrezliklari haqida koʻrgan-bilganlarini hikoya qiladi. 1915 yil davomida mazkur ikki olim avval Berlinda va keyin Leyenda oʻzaro uchrashishdi va urush haqidagi dahshatli taasurotlar bilan fikr almashinishdi. Shu davrdan boshlab Plank faol ijtimoiy faoliyat boshlaydi. Bir tomondan u Germaniyaning oʻzi ham urush oqibatlari uchun javobgar ekanini odamlarga tushuntirishga urinadi va nemis askarlarining oʻzini munosib tutishi kerakligiga unday boshlaydi. U qoʻshinlar har doim ham oʻzini risoladagidek tutmayotganini e'tirof eta boshlaydi. Boshqa tarafdan esa, olim bunday hatti-harakatlar orqali, oʻzining xalqaro ilmiy aloqalarini saqlab qolishga urinar edi. chunki, Germaniya bilan nifoqqa kirishgan boshqa davlatlarda ham, ilm-fanning ajoyib olimlari, yetuk mutaxassislar boʻlib, ular bilan ilmiy aloqalarning uzilishidan Plank faqat yutqazardi. Ustiga-ustak, urush qachondir baribir tugaydi. Ilm-fan esa chegara bilmaydi.

1916 yil boshida Plank Londonga maktub yoʻllab, uni e'lon qilishlarini va butun dunyodagi eng nufuzli olimlarga tarqatishlarini soʻraydi. Bu orqali u, oʻzi imzolagan gʻaliz mazmunli 93-lar manifesti uchun, ya'ni, oʻz xatosi uchun dunyodagi olim va ziyolilardan uzr-ma'zur soʻrashni maqsad qilgan edi. Soʻzsiz boʻlmasa-da, harholda Plank harbiy nizoning har ikki tarafi vakillari nazdida, qandaydir moʻtadil qrashli, halol odam qiyofasiga ega boʻldi. Oʻsha xatda Plank oʻzini qlash uchun shunday izoh beradiki, 93-lar manifesti avvalo ushbu urushga yoʻl olgan nemis askarlarini ruhan qoʻllab-quvvatlash uchun yozilgan boʻlib, mazkur urush bevosita butun Germaniyaning taqdiriga ta'sir koʻrsatishini bilgani uchun shunday qilingan emish. Undan tashqari Plank, jahon tarixi bu urushdan tegishli xulosa chiqarishi

kerakligini, qolaversa, urush dahshatlari va uning oqbatida odamlar ko‘rgan jabr-sitamlardan tashqarida, millat tanlamaydigan umuminsoniy axloqiy qadriyatlar mavjudligiga ishora qilib o‘tadi.

1915 yil yozida nemis qo‘shinlari Ipr yaqinida ittifoqchi qo‘shinlarga qarshi zaharli gazlardan foydalanib urush amaliyoti o‘tkazishganidan keyin, bir tarafda nemis olimlari va ikkinchi tarafda ingliz va fransuz olimlaridan turgan ochiq adovat avj oldi. Kelajakda Nobel mukofoti laureatlari bo‘lgan yetakchi nemis kimyogarlari bo‘lmish Frits Gaber (1868-1934) va Otto Gan (1879-1968) zaharli kimyoviy qurolni tayyorlashda va uni harbiy amaliyotda qo‘llashda faol ishtirok etgan edilar. Bunga javoban fransuzlar shunday ishga bosh suqqan nemis olimlarini Fransiyaning har qanday ilmiy jamiyatlaridan chetlatdilar. Ingliz ilmiy doiralarda ham shunday choralar muhokama qilina boshlandi. Plank esa, Berlin fizika va matematika akademiyalarida ham o‘zaro ziddiyatdagi mamlakatlarning olimlariga nisbatan shunday yo‘l tutilishiga qarshi tura boshladi. Aynan uning ta’siri ostida, shu kabi keskin qarorlarni hech bo‘lmasa urush yakiniga qadar kechiktirish borasida qarorga kelindi. Shuningdek Plank, nemis olimlarini xalqaro ilmiy aloqalarni uzmaslikka chaqiruvchi qator ishlarni amalga oshirdi.

Urush yakuniga ko‘ra Germaniya mag‘lub bo‘ldi va Vilgelm II imperiyasi quladi. 1918 yil oktyabrida Albert Eynshteynga yo‘llangan maktubida, Plank o‘y-hayollarining va ruhiy holatining timsoli yaqqol namoyon bo‘ladi:

> «*Bu yerda men aniq his etib turgan va uning uchun qo‘ldan kelganicha qattiq mehnat qilishga tayyorligimni ifodalashdan cho‘chimaydigan bir narsa bor: agar toj-taxt egasi o‘z toj-taxtiga bo‘lgan haq-huquqlaridan ixtiyoriy ravishda voz kechsa, bu bizning baxtimiz, ta’bir joiz bo‘lsa, xalos bo‘lishimiz bo‘lur edi. Men bu masalada “ixtiyoriy” so‘zidan nariga o‘tolmayman, chunki avvalo o‘z sodiqlik qasamim bor, qolaversa, siz hech qachon tushunmaydiga boshqa bir narsa ham bor.* [...] *bilmayman, o‘zim tegishli bo‘lgan xalqqa nisbatan inkor qilib bo‘lmas sadoqatim va rahmdilligim, monarx qiyofasida gavdalanadi*».

Vilgelm II 1918 yilning 9-noyabr kuni taxtdan voz kechdi. Veymar respublikasi e’lon qilingach esa, Plank Nemis milliy partiyasi maslaklarini qo‘llab quvvatlay boshladi. Lekin bu partiya ham aslida favqulodda keskin kayfiyatdagi o‘ta o‘ngchilar to‘dasidan iborat bo‘lib, millatchilik va ayirmachilik kabi g‘arazli maqsadlarni ifoda etardi.

Verden muhorabasi va Karlning vafoti.

Maks Plank Berlin universiteti rektoriga aylangan vaqtda uning o‘g‘li Karl Plank 25 yoshda edi. Bu vaqtda Karl tayinli ish joyiga ega bo‘lmay, ruhiy tushkunlikdan aziyat chekardi. Plank esa, o‘z o‘g‘lining muammolarini, u tegishli bo‘lgan avlodning umumiy muammolari bilan uyg‘un holda tasavvur etardi va ular haqida, «*o‘zi nima istashini ham, qo‘lidan nima kelishini ham bilmaydigan avlod*» deb ta’rif berardi.

Urush boshlangach, Karl artilleriya bilim yurtiga o‘qishga kirdi. Ukasi Ervin esa frontga otlandi, singillar Greta va Emma esa, Qizil Xoch va Qizil Yarim Oy jamiyatiga xizmatga kirishdi. Bu paytda qahramonimiz butun nemis jamiyatini qamrab olgan g‘aliz vatanparvarlik ruhiyati bilan cho‘milgan edi. 1914 yil sentyabrida o‘z singilisiga yozgan xatida u quyidagicha xitob qilgan: «*Qanday ajoyib zamonda yashayapmiz! O‘zingni nemis ekanligingni ta’kidlash qanday sharaf!*».

Verden jangi deyarli bir yil – 1916 yilning fevralidan dekabrigacha davom etdi. Nemis armiyasining Verden ostonasidagi hujum operatsiyasi, fransuz armiyasini nafaqat tor-mor keltirishni, balki butun mamlakat harbiy salohiyatini susaytirishni ko‘zda tutgan edi. O‘sha hujum operatsiyasining boshlanishi va davomi ham, g‘arbiy frontdagi boshqa barcha hujumlar singari ko‘rinishga ega edi: olam-olam va’dalar berish asosida askarlarni ruhlantirish, fransuz armiyasining amalda to‘liq tor-mor etilishi, pozitsion urush va fransuz qo‘shinarining jang qobiliyatini qisman tiklanishi. Verden operatsiyasida 200000 ga yaqin odam qurbon bo‘lgan. Ular ichida Maks Plankning to‘ng‘ich o‘g‘li Karl Plank ham bor edi.

Karl Plank, 1916 yilning 16 may kuni, jangda olgan jarohati tufayli vafot etdi. Plank o‘zining ilmiy hamkasblari urush tufayli farzandlaridan judo bo‘lishganini avval ko‘rgan edi (ular qatorida kimyo bo‘yicha 1920 yil Nobel mukofoti laureati Valter German Nernst ham bor edi). Lekin u aynan o‘z o‘g‘lining vafotidan keyin, «*urushning jirkanch manzarasi va dahshatini, unda o‘z yaqini yo‘qotgan odamning musibatli qayg‘usi bilangina his qilish mumkin ekan*» deb tan olgan. Karlning vafotidan keyin, Maks Plankning u haqidagi g‘am va iztiroblarini yana shu narsa battar chuqurlashtirgan ediki, urushgacha bo‘lgan davrda u o‘g‘lini bafurja o‘tirib suhbatlashib, ko‘nglidagi gaplarini tinglashga urinib ko‘rmagan edi. U shunchaki bir-birimizni tushunmaymiz deb qarardi. O‘g‘li o‘zi uchun chindan qadrli bo‘lgan narsalarga hayotda to‘ymay ketgani o‘ylasa, ota Plankning iztirobi yanada ortardi. Armiyaga chaqirish va birgina o‘q barchasini o‘zgartirib yubordi. Qaydlarining birida Maks Plank alam bilan tan oladi: «*Agar urush bo‘lmaganida, men uning qadrini hech qachon bilmaga bo‘lardim, endi bo‘lsa men uning qadrini bilaman, lekin uni yo‘qotib bo‘ldim*».

Ko‘rib turibmizki, urush avvalidagi mutaasib vatanparvarlik chorlovlari va ko‘tarinki ruhiy holatdan Plankda asar ham qolmadi.

Iste’dodlarni izlab...

Maks Plank o‘z mamlakatining eng iste’dodli olimlarini qo‘llab-quvvatlashga va ularga amaliy yordam ko‘rsatishga intilgan. U faqat Berildagi talabalarinining hayoti va moddiy ahvoli bo‘yicha qayg‘uribgina qolmay, balki butun mamlakat bo‘ylab har qanday nemis olimlarining, iste’dodli tadqiqotchi, muhandis va mutaxassislarning Berlinga kelib bir jamoa bo‘lib ishlashlarini tashkillashni istardi. Bu borada u keng ko‘lamli faol amaliy targ‘ibot ishlarini ham yo‘lga qo‘ygan. Bu maqsad uchun u 1905 yildan to 1930 yilgacha, olmon ilm-fanining eng yuqori lavozimlarida ishlagan paytlarida, o‘zining gapi o‘tadigan har qanday vositalarni qo‘llagan. Plankning ushbu faoliyati doirasiga tortilgan, yoki, u bilan qandaydir ilmiy aloqalarga ega bo‘lgan olimlarning hamma-hammasi istisnosiz ravishda, uning qanchalik samimiy va yumshoq tabiatli inson bo‘lganini, kerakli o‘rinlarda ham moddiy, ham ma’naviy ko‘mak ko‘rsata oladigan qo‘li ochiq shaxs bo‘lganligini xotirlashgan. Plank o‘z davrining ilg‘or fikrli kishilari bilan o‘z xonadonida ilmiy suhbatlar tashkil qilish, musiqiy uchrashuvlar, ilmiy bahs-munozaralar uyushtirishni kanda qilmagan (tabiiyki bularning barini o‘z hisobidan amalga oshirgan). Bundan tashqari u yaqinlari va shogirdlari davrasida tog‘larga sayohat uyushtirishni va ular uchun ochiq tabiat qo‘ynidagi maroqli hordiq onlarini tashkil qilishni ham qoyillatgan. Ya'ni, Plank, ilmiy tadqiqotlar bilan band bo‘lgan iste’dodli shogirdlari va boshqa olimlar uchun madaniy hordiq chiqarish masalalariga ham katta e’tibor qaratgan. Uning bunday insonparvarligi va sahiyligi esa, butun nemis yerlaridan iste’dodli yosh olimlarining Plank maktabi tomon ishtiyoq bilan oqib kelishiga kuchli turtki bergan. Shu tariqa Maks Plank o‘z atrofida kuchli ilmiy maktab shakllantira boshladi.

1906 yilda Lyudvig Boltsman fojiali ravishda vafot etgach, uning Vena universitetidagi lavozimini egallash uchun Plankni taklif etishadi. Plank biroz ikkilanishlardan so‘ng, bu taklifni rad etadi va Berlinda qolishga qaror qiladi. Shundan keyin, Venadagi daho ustozidan ayrilgan iste’dodli olima, Boltsmanning eng yetuk shogirdlaridan biri bo‘lgan Liza Meytner o‘zi Plankning huzuriga, Berlinga yetib keladi. Plank Liza Menynterni o‘z xonadonida kutib oladi va unga ham har tomonlama ko‘mak ko‘rsata boshlaydi, Keyinchalik tan olishicha, Maks Plank avvaliga Liza Meytnerning aniq fanlar borasidagi iste’dodiga shubha bilan qaragan ekan. Bu shubha shunchaki Lizaning ayol kishi ekani bilan bog‘liq bo‘lib, o‘sha vaqtlarda ilmiy jamoatchilikda ayollar nihoyatda kamdan-kam uchrar, ayol olimlar soni barmoq bilan sanarli edi. lekin Liza Meytner tez orada o‘zining beqiyos iste’dodi bilan Plankni lol qoldiradi va undagi har qanday shubhalarni tarqatib yuboradi.

PLANK VA MUSIQA

XIX asr oxiri va XX asr boshi Yevropasida kishilardagi musiqadan xabardorlik jihati, ularning yaxshi tarbiya ko‘rganlik belgisi sifatida qarlagan. Aksariyat burja xonadonlarida albatta fortepiano bo‘lgan. Arxiv hujjatlariga ishonsak, 1845 yilda Parijda 60000 dona fortepiano bo‘lgan ekan. XIX asrda Germaniya Yevropaning musiqiy markaziga aylangan edi. O‘z davrining eng mashhur bastakorlari bo‘lgan Betxoven, Brams, Mendelson, Shuman, Vagner va Maler kabi shaxslar aynan nemis millatiga mansub bo‘lishgan. Plank yaqindan tanish bo‘lgan fizik olimlarning aksariyati ham biror musiqa asbobi juda yaxshi chala oladigan kishilar bo‘lishgan. Masalan, Eynshteyn fortepiano va skripkada kuy chalgan, Geyzenberg esa pianino chalishda mohir bo‘lgan. Kelib chiqishiga ko‘ra olmon bo‘lgan Golland fizigi Pol Erenfest (1880-1933) ham pianinoni mahorat bilan chalgan. Erenfest va Eynshteyn bigalikda Bramsning sonatalarini katta mahorat bilan chalishganiga ko‘pchilik guvoh bo‘lgan. Plankning o‘zi esa universitet xor jamoasida yakkaxon chiqishlarni mahorat bilan ijro etgan bo‘lib, shuningdek u «O‘rmondagi muhabbat» (*Liebe im Walde*) nomli opera ham yozgan. Universitetda diniy marosimlar o‘tkazilgan paytlarda Plank organ yoki violonchel chalishi, yoxud fortepianoda jo‘r bo‘lishini kuzatish mumkin edi. Bundan tashqari unda bastakorlik qobiliyati ham bo‘lgan. Ko‘rib turibmizki, o‘sha paytda Germaniya nafaqat ilm-fan, texnika va texnologiyalar borasida, balki musiqa bo‘yicha han dunyoda eng yetakchi mamlakatga aylangan bo‘lib, unga raqobat qila oladigan mamlakatning o‘zi bo‘lmagan. Plank Berlinga ko‘chib o‘tgach, madaniyat vazirligi buyurtmasiga ko‘ra Imperial Fizika-Texnologiyalar instituti uchun ulkan fisgarminiya keltirib o‘rnatildi. Ushbu muhim musiq asbobining sozligi, saqlanishi va foydalanish imkoniyatlarini tasarruf qilish uchun ham, aynan Plankka topshirilgan. Bu ham bo‘lsa Maks Plankning musiqiy didi va bilimning qanchalik yuksak baholanganaidan daolaltdir.

Liza Meytner Berlin universiteti qoshidagi kimyo laboratoriyasida yetuk kimyogar olim Otto Gan bilan birgalikda ishlay boshlaydi (u ham Plank xonadonidagi jo‘shqin ilmiy bahslarning muntazam ishtirokchisi bo‘lgan). Liza Meytner va Otto Gan birgalikda 1907 yildan 1938 yilgacha yadro fizikasi masalalari bilan chuqur izlanishlar olib borishdi. Mazkur muddat davomida ushbu ikki yetuk olimlar ko‘p sonli muhim kashfiyotlarni amalga oshirishdi. Ulardan eng asosiysi – uran kimyoviy elementi atomini parchalash usulini kashf qilishgani bo‘lib, bu ishni uddalashgacha, zanjir reaksiyasini olishni o‘rganish va bu orqali esa, boshqariluvchi yadroviy reaksiyalarga ega bo‘lish ko‘zda tutilgan edi. Bu degani, insoniyat ham atom stansiyasi singari arzon energiya manbaiga ega bo‘lishi va shuningdek atom bombasi singari qirg‘inbarot qurolga ega bo‘lishi ehtimolini bildirardi. Mamlakat siyosiy tuzumini favqulodda keskin millatchilik kayfiyatidagi fashistlar qo‘lga olgan o‘sha mash’um davrda, ya'ni, XX asrning 30-yillariga kelib, Liza Meytner va Otto Gan ushbu vazifani ham uddalashlari mumkin edi. Lekin, insoniyatga berilgan inoyatlardan biri o‘laroq, bu ishni fashistlar egallagan hududda amalga oshirilmadi

(agar boshqariluvchi yadro reaksiyasi bo‘yicha ishlaydigan atom bombasi fashistlar qo‘lida paydo bo‘lganida bormi?! Ular u orqali butun yer yuzining kulini ko‘kka sovurishlari ham mumkin edi...). Uranni parchalash uddalangach, reaksiyani boshqarish bo‘yicha tajribalar endi boshlanayotgan edi hamki, fashist millatchilari tomonidan antisemitizm tadbiri, ya'ni, mamlakatni yahudiylardan tozalash boshlandi. Liza Meytner esa asli Avstriyalik bo‘lsa-da, millati yahiduy edi va u Germaniyadan qochib chiqib ketishga majbur bo‘ldi.

Qanchalik iste’dodli va mehnatkash bo‘lmashin, universitet laboratoriyasidagi mehnati uchun Liza Meytnerga hech qanday maosh to‘lanmas edi. Shu sababli Plank uni 1912 yilda o‘zining assistenti lavozimiga tayinladi va shu yo‘l bilan unga moddiy barqarorlikni ta’minlab berdi. O‘sha payt nemis akademik olamidagi eng g‘ayrioddiy qoidalardan biriga ko‘ra, ayol-olima institutning asosiy kirish darvozalaridan kirib-chiqishi mumkin emas edi. Shu sababli, Plank Liza foydalanishi uchun laboratoriyaga qo‘shimcha yo‘lak va eshik ochtirib ham bergan. Olmon olimlari ichida mavjud bo‘lgan ahmoqona tushunchalardan biri shu ediki, ayol kishi aqliy salohiyatda hech qachon erkak kishi bilan teng kela olmas emish. Ayol olima va erkak olimning bir darvozadan, bir yo‘lakdan va bir eshikdan foydalanishi, erkak olimlarning sha’niga to‘g‘ri kelmas, ya'ni, ularga nisbatan haqorat bo‘lar emish... Plank esa bunday qarashlarga qat’iy raddiya bilan yondoshib, bir necha yildan keyin Liza Meytnerni yanada yuqoriroq lavozimga – instituning adyunkt-professori lavozimiga tayinladi. Ushbu lavozimning mehnat haqi ham uncha-muncha boshqa olimlarnikidan anchagina yuqori bo‘lgan. 1914 yilda ayol olimalar uchun nisbatan yaxshi sharoit va munosabat muhiti hukmron bo‘lgan Parij universitetidan Liza Meytnerga nihoyatda foydali taklif bilan chqishadi. Plank Lizaning ketib qolishini oldini maqsadida, uning maoshini ikki xissa ko‘paytirib beradi.

1918 Liza Meytner va Otto Gan birgalikda yangi kimyoviy element – protaktniyni kashf etishdi. 1919 yilda u professor unviniga musharraf bo‘ldi va Germaniya tarixida ilk professor ayol bo‘lib qoldi.

Maks Plank va Liza Meytner muntazam ilmiy aloqada bo‘lishgan. Aynan Plankning sai’-harakatlari evaziga, Meytner millatchilik avj olgan favqulodda keskin va havotirli paytlarda ham mamlakatni tark etmay, olmon ilm-fani uchun ishlashda davom etdi. U 1938 yilgacga bardosh bilan sabr qildi. Keyin esa xatar shu darajaga yetdiki, millatchi fashistlar kishining shunchaki nemis bo‘lmagani uchun ham, sudsiz so‘roqsiz otib tashlay boshlashdi. Liza Meytner jonini xatarga qo‘yib, mamlakatdan qochib chiqib ketishga majbur bo‘ldi. Bu paytga kelib chegaradan o‘tish juda qiyin va xavfli bo‘lib qolgan bo‘lib, istalgan kichik vaj ham odamni o‘rnida otib tashlash uchun kifoya qolardi. Ehtimol bu borada ham Liza Meytnerga aynan Plank yordam bergandir. Lekin agar Plankning iltimosi bo‘lmaganda, u Germaniyani ancha avvalroq tark etishi aniq edi.

LIZA MEYTNER VA URANNING PARCHALANISHI

Liza Meytner va Otto Gan laboratoriyada ish jarayonida

Liza Meytner Germaniyadan qochishga majbur bo‘lgan vaqtlarda hamkasblari Otto Gan hamda, Frits Shtrassman (1902-1980) bilan hamkorlikda uran yadrosini neytronlar bilan bombardimon qilish orqali yangi trasuran elementlar olish borasida tajribalar olib borayotgan edi. Olimlar jamoasi Ernriko Fermi tajribalarini takrorlashni maqsad qilshgandi. Liza Germaniyadan qochib, xavfsiz joyga Stokogolmga yetib borgandan keyin, 1938 yilning 19-dekabr kuni u Otto Gandan maktub oldi. Unda Gan olima hamkasbiga o‘zi qayd etgan so‘nggi natijalar haqida bayon qiladi: u nurlantilgan uran qoldiqlari ichidan, avvaliga radiy deb o‘ylagan elementni aniqlagani, lekin keyinchalik qayta tekshiruvlar asosida qilgan aniq xulosasiga ko‘ra esa, bu radiy emas, balki, shubhasiz radioaktiv bariy bo‘lib chiqqanini yozadi. Uranning atom massasi 238 ga teng. Bariyniki esa 127. Aynan o‘sha paytlarda Stokogolm milod bayrami (rojdestvo) og‘ushida bo‘lib, ta’tilni shu yerda o‘tkazish uchun Meytnerning jiyani Otto Fish mehmonga keladi. Otto Fish ham mutaxassiligiga ko‘ra fizik bo‘lib, xolasiga Germaniyadan kelgan maktubni o‘qib ko‘radi va ular birgalikda bayram sayriga chiqib ketishadi...

Atom bombasining uchquni.

Xola-jiyan Liza Meytner va Otto Fishning aynan o‘sha bayram sayri, XX asr fizikasining eng asosiy, ta’bir joiz bo‘lsa, hal qiluvchi epizodlaridan biriga aylandi. Ular eshik yaqinida to‘xtashdi. Liza qo‘liga qog‘oz va qalam olib, hisob-kitob qila ketdi. Uning hisoblashlariga ko‘ra, uran yadrosining parchalanishi haqiqatan ham bo‘lishi mumkin bo‘lgan fizik fenomen bo‘libgina qolmay, balki u Eynshteynning $\boldsymbol{E=mc^2}$ formulasiga qat’iy mubofiq ham kelar ekan. Bu jarayonda esa ulkan miqdorda energiya ajralib chiqishi zarurligini Meytner ham intuitiv his, ham aqlan anglab turardi. Bir necha kun o‘tib Otto Fish Nisl Bor huzuriga yo‘l oldi va unga Liza xolasi bilan birgalikda olgan hisob-kitob natijalarini taqdim etdi. Bor Liza Meytner qilgan kashfiyotning olamshumul mohiyatini darhol fahmladi. Yangi yil kirib kelishi bilanoq, yanvar oyida Bor AQSHga yo‘l oldi va uran yadrosining parchalanishi haqidagi ilmiy yangilikni okean ortidagi ilmiy doiralarga yetkazdi. O‘shandan buyon jahonda yadro energiyasi ustidan nazorat o‘rnatish uchun o‘ziga xos poyga boshlanib ketdi. Urush yakunlangach, AQSHdagi bir necha nufuzli universitetlar va ilmiy tadqiqot markazlarining taklifiga binoan Liza Meytner ham Atlantika osha sehrli diyorga yo‘l oldi. Sensatsiyaparast sariq matbuot vakillari esa, bu tashrif haqida, Liza Meytner o‘zi bilan Germaniyadan atom bombasini tayyorlash sirini olib qochgani va uni ittifoqchi qo‘shinlarga topshirgani haqidagi uydirmalarni ovoza qilib yuborishdi. Bunday be’mani mish-mish asosida Gollivud kinostudiyalaridan biri hatto kinofilm ishlamoqchi ham bo‘lgan. Biroq Liza Meytner bu taklifni qat’iyan rad etib, undan ko‘ra Brodvey bo‘ylab tentirab yurgani yaxshiligini aytgan.

Plankning olmon ilm-faniga iste’dodlarni jalb qilish borasida jonbozlik ko‘rsatganligining yana bir yorqin misoli – daho fizik Albert Eynshteyn timsolidir. 1905 yilda Plank fotoeffekt hodisasi va maxsus nisbiylik nazariyasi bo‘yicha Eynshteynning o‘sha mashhur 5 ta maqolasini o‘qib chiqqach, u ushbu mohiyatan beqiyos ilmiy ishlarning muallifi bilan qiziqib qoladi. 1913 yilda Valter Nernst va Maks Plank birgalikda madaniy hordiq chiqarish uchun Syurixga sayohatga borishadi va shu bahonada Albert Eynshteynni yo‘qlab o‘tishadi. Ular yosh daho olimni Berlinga ko‘chib o‘tishga ko‘ndirishni maqsad qilishgan edi. Nernst va Plank, yosh Eynshteynga Prussiya Fanlar akademiyasi a’zoligini, Berlin universitetidagi kafedra boshqaruvini (majburiy dars soatlarisiz) hamda, yangi tashkil qilinayotgan Fizika Instituti faoliyatini yo‘lga qo‘yishdagi ishtirok etishini taklif qilishdi. Maks Plank kishilar ruhiyatini va muddaolarini juda yaxshi tushunadigan shaxs bo‘lib, Eynshteyn o‘z taklifini qabul qilishi uchun, uning Berlin universitetida kafedraga akademik yuklamasiz (ya'ni, albatta ma’ruzalar o‘qishi sharti hamda majburiy dars soatlarisiz) ish boshlashini atayin taklif qilgani ma’lum. Chunki boshqacha shartga Eynshteyn ko‘nmasligi ehtimoli katta edi. Plank Eynshteynni ko‘ndira oldi va Prussiya maorif vaziriga yangi yosh fizik olimning iste’dodi va mehnatsevarligi alqangana mazmundagi xizmat xati yo‘lladi. Uning sa’y-harakatlari evaziga, kelajakda XX asrning eng yetuk fiziklaridan biri bo‘lib yetishgan Albert Eynshteyn, o‘sha yilning (1913) 7-dekabridan e’tiboran Berlinda ish boshladi. Eynshteyn o‘z qaydlaridan birida yozishicha, uning mazkur taklifni qabul qilishiga asosiy sabablardan biri, Maks Plankning o‘zi bilan bir jamoada, yonma-yon ishlash imkoniyati bo‘lgan ekan. Plank va Eynshteyn Germaniya hukumatini mal’un Gitler egallaguniga qadar izchil ilmiy aloqada bo‘lishgan va oilaviy do‘st tutinishgan.

Maks Plank yulduzi orbitasi atrofida aylangan yana bir iste’dod egasi, shubahsizki unga eng yaqin bo‘lgan shogirdi Maks fon Laue (1879-1960) bo‘lgan. U ustozi Plank qoshida assistent lavozimida ishlagan va professor darajasigacha ko‘tarilgan. Plank va fon Laue 1905-1909 yillar orasida elektromagnit nurlanishlar termodinamikasi borasida birgalikda tadqiqotlar olib borishgan. 1914 yilda Maks fon Laue Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan. Unga bunday yuksak sharaf keltirgan ilmiy ishi, rentgen nurlarining difraksiyasini oldindan aniq aytgani bo‘lib, u bunday nurlanishlarning to‘lqin tabiatini isbotlab bergan edi.

Laue Eynshteynning ham yaqin qadrdoni bo‘lib, XX-asrning 20-chi yillarida nisbiylik nazariyasi bo‘yicha eng yaxshi ekspertlardan biriga aylangan. Qolaversa, Maks fon Laue, Prussiya Fanlar Akademiyasidagi eng ashaddiy antifashist bo‘lib, hamkasblaridan farqli o‘laroq, mamlakatda tobora avj olayotgan millatchilik va ayirmachilik siyosatiga qarshi ochiq va qat’iy qarshilik bildirar edi. Shuningdek u millatchilik rejimining barcha mustabid kirdikorlarini ham yaxshi bilardi va ayrim hamkasblari, shuningdek ustozi Plankning ham bu boradagi qarashlarining nima uchun bunchalik loqayd ekanini tushunib turardi (ya'ni, ular tayziqdan cho‘chishardi).

Maks Plank vafot etganda, uning dafn marosimida fon Laue quyidagicha vidolashuv nutqi so‘zlagan:

> «*Qarshimda imzosiz va eng oddiy guldchambar. Uni men marhum ustozga barcha shogirdlari, shu jumladam o‘z nomidan yuksak ehtirom va behad minnatdorchilik ramzi sifatida qo‘ydim*».

Fon LAUE VA RENTGEN NURLARI DIFRAKSUYASI

Rentgen nurlarining kristall panjaralardagi atomlararo masofaga nisbatan juda qisqa to‘lqin uzunligiga ega ekanidan kelib chiqib, Maks fon Laue, bunday kristall panjarada nurlar difraksiyalanishi mumkinligini taxmin qilgan edi. Kristall panjaradagi atomlararo masofa taxminan 1.2 nanometrni tashkil etadi. (Nanometr – metrning milliarddan bir qismi, ya'ni, 10^{-9} m belgisi ***nm***). Fon Laue xuddi ko‘rinadigan nurlarning difraksion panjarada difraksiyalanishi singari, rentgen nurlari ham trkiban kristall panjaraga ega bo‘lgan qattiq moddalarda difraksiyaga uchrashini ilmiy bashorat qilgan edi. Bu hodisa amalda kashf qilinib, fon Laue farazi haq ekani isbotlangach, undan muhim ilmiy-amaliy maqsadlar yo‘lida foydalanish mumkinligi oydinlashdi. Chunonchi rentgen nurlarining difraksiyalanishi, kristall panjaralarning strukturasini aniqlashda juda qo‘l keldi. Xususan bu usuldan murakkab makromolekulalar strukturasining fazoviy modelini hosil qilishda beqiyos vosita o‘laroq, kimyogar mutaxassislarning dastyoriga aylangan. Bu boradagi amalga oshirilgan eng katta ilmiy kashfiyot esa, DNK molekulalarining qo‘shaloq spirali strukturasini rentgen nurlari difraksiyasi orqali aniqlanishi bo‘lgan. Bunday strukturani, Rozalinda Franklin natijalari asosida Uotson va Krik aniqlashgan.

Maks Plankning 1901 yilda «Fizika solnomalari» jurnalida nashr qilingan va tarixda kvant nazariyasi haqida ilk ma’lumotlarni bayon qiluvchi maqolasi, ilmiy jamoatchilik orasida kutilgan aks-sadoni bermadi. Birinchidan, olimlar ichida mazkur olasmshumul ilmiy kashfiyotning mohiyatini tushunadiganlar ham sanoqli edi; ikkinchidan esa, rentgen nurlarining va radiokativlikning kashf etilishi sinagri buyuk fizik kashfiyotlar zamonasida, Plankning ishlari soyada qolib ketishi, ikkinchi darajaga o‘tib qolishi tabiiydek tuyuladi. Keyingi yillarda Plankning zamondoshlari tomonidan uning ishlariga nisbatan ikki xil qarash shakllandi. Bir tarafdan, masalan Jeyms Jins (1877-1946), Erenfest va Lorents, Maks Plankni tanqid ostiga olishdi va uning qora jism nurlanishi borasidagi tasdiq va mulohazalari mavjud postulatlar doirasida asoslanmaganini ta’kidlashdi. Ularning fikricha, kvant nazariyasi, o‘sha davr fizikasi uchun begona element o‘laroq gavdalangandi. Ikkinchi tarafda esa, Plankning kvant nazariyasini va undan kelib chiquvchi xulosalarni, fizikadagi

ko‘ndalang turgan qator muammolarga tadbiq etish orqali, mavjud masalalarni hal etishda muvaffaqiyatga erishish mumkinligini ta’kidlovchi, ya'ni, xayrixoh olimlar bo‘lib, ular orasidan xususan Albert Eynshteynni alohida ajratib ko‘rsatish joizdir. Lekin nima bo‘lganda ham, Maks Plank va uning kvant nazariyasi endilikda fizika uchun yangi istiqbollar va tadqiqot yo‘nalishlarini ochib bergan edi. vaqt o‘tishi bilan esa kvant nazariyasi zamona fizikasining konseptual mohiyatini butunlay o‘zgartirib yubordi...

3-bob.

Kvant erasi

Kvant nazariyasi haqidagi qarashlar shakllana boshlaganidan o‘n yilcha muddat o‘tib, yosh fizik Albert Eynshteyn, Maks Plankning natijalarini umumlashtirdi va yorug‘lik kvantining mavjudligi haqidagi nazariyani taklif etdi. Ushbu kashfiyot, hamda, Bor, Geyzenberg, va Shryodingerning qo‘shgan xissalari, kvant nazariyasi imoratining barpo etilishida mustahkam poydevor bo‘lib xizmat qildi va ko‘z oldimizda, Koinotning mumtoz fizika chegarasidan naridagi manzarasini namoyon qilib beruvchi
maftunkor ilmiy vositaga aylandi.

Daun sindromiga chalingan va Amsterdamdagi kasalxonalardan birida davolanayotgan o‘g‘li Vasiliyni xabar olish uchun Pol Erenfest, 1933 yil 25-sentyabr kuni oqshomda, uning huzuriga keladi. U o‘g‘lini yaqin oradagi hiyobonda sayr qilish uchun olib chiqadi. Ko‘zdan panaroq joyga borgach, cho‘ntagidan revolverini chiqaradi va avval o‘g‘lini otib tashlab, keyin o‘zini ham o‘zi otib o‘ldiradi. Ushbu dahshatli voqeada, daunga chalingan bechora bola ko‘zidan ayriladi, lekin umridan bor ekan, o‘q yegach ham tirik qoladi...

Erenfest bilan Albert Eynshteyn qalin do‘st bo‘lishgan. Uning kuchli zo‘riqishlar tobida tobora tushkunlashib borayotgan ruhiy holatidan havotir bo‘lgan Eynshteyn, bir yilcha avvalroq Leyden universiteti ma’muriyatiga xat yozib, do‘stining chuqur ruhiy tushkunlikda ekani va boshiga mushkulot tushgani haqida ogohlantirgan edi...

Pol Erenfest XX asr dastlabki choragi Yevropa nazariy fizikasining eng nomdor vakillaridan edi. U muhim nazariy naztijalarni tanqidiy ko‘z bilan tekshirib chiqar, ularning nuqsonlari, paradokslari va kamchiliklarini ko‘rsatib, asoslanmagan farazlarni inkor etishdan cho‘chimaydigan keskin taniqdchi bo‘lgan. Boltsmanning shogirdi bo‘lgan Erenfest, o‘z davri uchun statik mexanika sohasining eng yetuk olimi bo‘lib yetishdi. U Leyden universiteti nazariy fizika kafedrasida ishlab, Lorentsning izdoshiga aylandi va elketron nazariyasi borasida ham eng kuchli mutaxassislardan biriga aylandi. Erenfest o‘zu yashagan davrda bajarilgan barcha buyuk fizik kashfiyotlarning ochilishida, tekshirilishida va tasdiqlanishida u, yoki bu darajada ishtirok etgan, eng kamida guvohlik beruvchi bo‘lgan olimdir. Yevropaning deyarli barcha ilg‘or olimlari bilan shaxsan tanish bo‘lgan Erenfest, ularning ilmiy ishlarining ham eng asosiy tanqidchisi bo‘lgan. U amalga oshgan kashfiyotlar borasida ularning mualliflari bilan ochiq munozaralarga kirishar va bu orqali ularga xatoliklarini ko‘rsatib berar edi. Biroq uning o‘zi, fizika fani uchun aytarli darajadagi, arzigulik biror kashfiyot qilgan emas. Bu holat esa unga, o‘zining ilmiy salohiyati borasidagi shaxsiy fikrini juda past tutishiga sabab bo‘lgan va o‘ziga nisbatan hurmatini kamaytirib yuborgan. Chunonchi u, kvant fizikasining taraqqiyoti yo‘nalishini kuzatib borish uchun o‘z aqliy salohiyati yetmasligini aytar edi. Uning ayanchli o‘limidan keyin Eynshteyn shunday yozgan edi:

> «*Uning fojeasi shunda ediki... o‘ziga nisbatan ishonchi haddan ziyod, kasallik darajasida past edi. Unda tanqid qilish qobiliyati, xolis baholay olish hislatidan doim ustunroq turardi. Tanqidchilik shijoati unda paydo bo‘lgan aqliy ijod va ilm mahsullarini ham kurtak yozmasidanoq o‘ldirardi*».

Erenfestning baxtsizligi shunda ediki, u o‘zini qurshab turgan fizik ollimlar jamoatchiligining qay darajada ulkan salohiyat egalari ekanini anglab yetmas edi. qanday qilib odam, Eynshteyn, Puankare, Lorents va Plank kabi insonlar davrasida bo‘la turib, na ularning va na o‘zining ilmiga ishonmasligi mumkin?

RELEY - JINS QONUNI XULOSASI

Lord Reley o‘z qonunidan ilmiy xulosalar keltirib chiqarish uchun ikki bosqichda harakat qilgan: birinchi bosqichda u bo‘shliqdagi to‘lqinlar sonining chastotaga bog‘liq ravishdagi miqdorini hisoblab chiqardi; ikkinchi bosqichda esa, *erkin pog‘onalar bo‘yicha energiyaning teng taqsimlanishi tamoyili* deb nolanuvchi mumtoz tushunchaga murojaat etdi. Reley Plank singari ossilyatorlardan foydalanmagan, aksincha, nurlanishni to‘g‘ridan-to‘g‘ri tadqiq qilgan. U devorlari mutlaq akslantirish xususiyatiga ega bo‘lgan bo‘shliqdagi har bir chastota intervali ***dv*** da mavjud bo‘ladigan to‘lqinlar soni:

$$\frac{8\pi\nu^2}{c^3}d\nu$$

ga teng bo‘lishini aniqladi.

Ushbu ifoda, chastotaning kvadratiga monand kattalashib boradi, chunki mantiqan, to‘lqin uzunligi qanchalik qisqa bo‘lsa, bunday uzunlikdagi to‘lqindan shunchalik ko‘p nurlatish mumkin. Shunisi e’tiborliki, bu xulosa, Plank qayd qilgan narsaga - ossilyator energiyasi va nurlanishi o‘zaro muvozanatda bo‘lgan vaqtdagi ularning o‘zaro nisbatiga o‘xshab ketadi. Avvalgi bobda ko‘rib o‘tganimizdek, Plank o‘z hisoblashlarini Maksvellning elektrodinamikasi asoslanib keltirib chiqargan bo‘lib, bu narsa unga nurlanishning aynan o‘zi bilan chegaralanib qolmasdan, hisoblashlarda o‘zaro ta’sirlashuvchi ossilyatorlar entropiyasiga asosiy e’tiborni qaratish imkonini bergan. Reley formulasidan kelib chiqadigan xulosaning ikkinchi qismi bu – energiyaning teng taqsimlanish tamoyilidir. Ushbu tamoyil fizikaga Bolstman va Maksvellar tominidan kiritilgan bo‘lib, asosan statistik fizika sohasiga taaluqli sanaladi. Unga ko‘ra, juda ko‘p sonli o‘zaro ta’sirlashuvchi jismlar, masalan gazlarning molekulalarida, mavjud umumiy energiya mazkur jismlar orasida teng taqsimlanadi deb tasdiqlanadi. Bunda sistemaning har bir elementiga harorat ***T***, proporsionallik koeffitsiyenti ***k*** hamda, element xossasiga bog‘liq bo‘lgan son faktoridan kelib chiquvchi o‘zaro teng miqdordagi energiya to‘g‘ri keladi. Reley mazkur teng taqsimlanish tamoyilini to‘lqinlar uchun tadbiq etdi va bo‘shliqdagi to‘lqin energiyasining zichligi, muayyan chastotadagi to‘lqinlar miqdorining, teng taqsimlanish tamoyiliga binoan har bir to‘lqin ega bo‘ladigan energiyaga ko‘paytmasiga barobar ekani haqida xulosa qildi. Shu tarzda u quyidagicha formulaga ega bo‘ldi:

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}kT$$

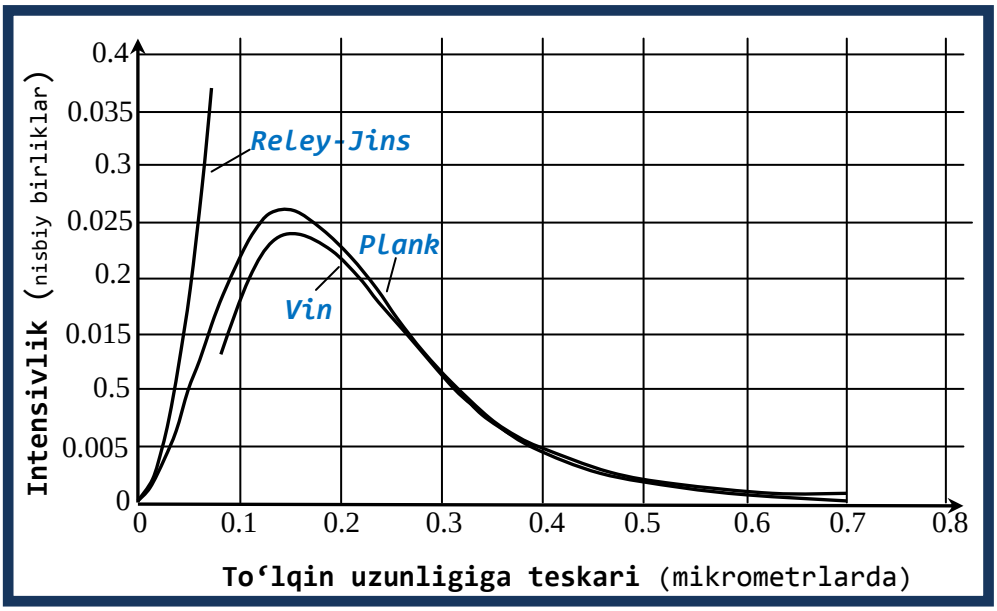
Qanchalik g‘ayritabiiy bo‘lmasin, lekin aynan o‘sha tanqidparast Erenfest, eng birinchilardan bo‘lib, Maks Plankning kvant nazariyasida mumtoz fizika andozalariga to‘g‘ri kelmaydigan, eskicha qarashlar qolipiga sig‘maydigan va fizika faniga nisbatan mitlaqo yangicha yondoshuvni talab qiluvchi jihatlarni ilg‘ab qoldi. 1903 yildan 1906 yilgacha u Plankning ilmiy ishlarini o‘rganib, tanqidiy tekshirib chiqdi va

u bilan munozarali yozishmalarga kirishdi. 1906 yilga taaluqli maqolalaridan birida Erenfest kvant nazariyasiga murojaat etmasdan ham, qora jism nuralnishini xossalarini bayon qilish mumkin degan xulosani takrorladi (yodingizda bo‘lsa, bunday xulosaga avvalroq Plank o‘zi kelgandi) va bunda u istisnosiz ravishda Boltsman postulatlari bilan kifoyalandi. Erenfest qora jism nurlanishining quyidagi ifoda orqali ta’riflanuvchi qonuniyatini keltirib chiqargan:

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}kT$$

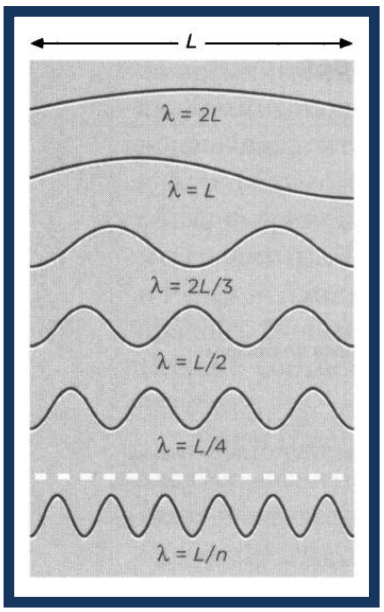
Bu qonunni ancha avvalroq ingliz olimi lord Reley (1842-1919) tomonidan ta’riflangan va uning hamyurti Jeyms Jins tarafidan tuzatish kiritilgan bo‘lib, shuning uchun ham u Reley-Jins qonuni deb yuritilar edi. Bu qonundagi bahsli jihatlar bisyor bo‘lib, ulardan biriga ko‘ra, nurlanish energiyasi, chastota bilan birgalikda uzluksiz va cheksiz ortib borishi xulosalanar edi. Agar mazkur qonun barcha chastotlar uchun haqiqatan to‘g‘ri bo‘lib chiqsa, unda qizigan jismlar spektrning ultrabinafsha qismida intensiv nurlanish taratgan bo‘lishi kerak edi. Bu esa olingan amaliy natijalar bilan tasdiqlanmagan. Erenfest bu yopishmagan xulosani ham o‘ziga xos pessimistik ifoda bilan *ultrabinafsha falokati* deb nomlagan edi. Ba’zi manbalarda shunday qaydlarga duch kelamizki, emishki Maks Plank o‘z qonunini aynan ultrabinafsha falokati muammosini hal etish uchun shakllantriganmish. Biroq bu unday emas. Plank qonuni ultarbinafsha falokatidan ancha avval, ya'ni, Reley-Jins qonunining nazariy muammolari yuzga chiqishidan bir necha yil oldin ta’riflangan edi.

Qora jism nurlanishi bo‘yicha Plank qonuni, amaliy tajriba natijalari bilan barcha chastotalar uchun to‘la mos keladi. Reley-Jins qonuni faqat past chastotalar uchun, Vin qonuni esa faqat yuqori chastotalar uchun bajariladi xolos.



Mazkur qonunning dastlabki talqinini 1900 yilda lord Reley taklif etgan edi va avvalgi bobda qayd etganimizdek, u haqida Rubens va Imperial fizika-texnologiyalar institutida ishlayotgan boshqa olimlar xabardor boʻlishgan. Rubens avval Plank huzurida mehmon boʻlganida va keyinroq Prussiya fanlar akademiyasida qilgan chiqishida, oʻzi va Kurlbaum birgalikda bajargan oʻlchash natijalariga koʻra, shuningdek, Vinning eksponensial qonunidan kelib chiqilsa, Reley qonuni past chastotalar uchun nisbatan aniqroq bajarilishini tasdiqlagan. Yuqoridagi sahifada keltirilgan grafikka nazar tashlasak, biz Plank qonuni va Reley-Jins qonuni past chastotalarda oʻzaro muvofiqlikka ega ekanini koʻrishimiz mumkin. Shuningdek, Vin qonuni va Plank qonuni yuqori chastotlarda oʻzaro mos tushadi. Uchala qonun ichidan faqat Plank qonunigina barcha chastotlarda tajriba natijalari bilan aniq mos tushadi.

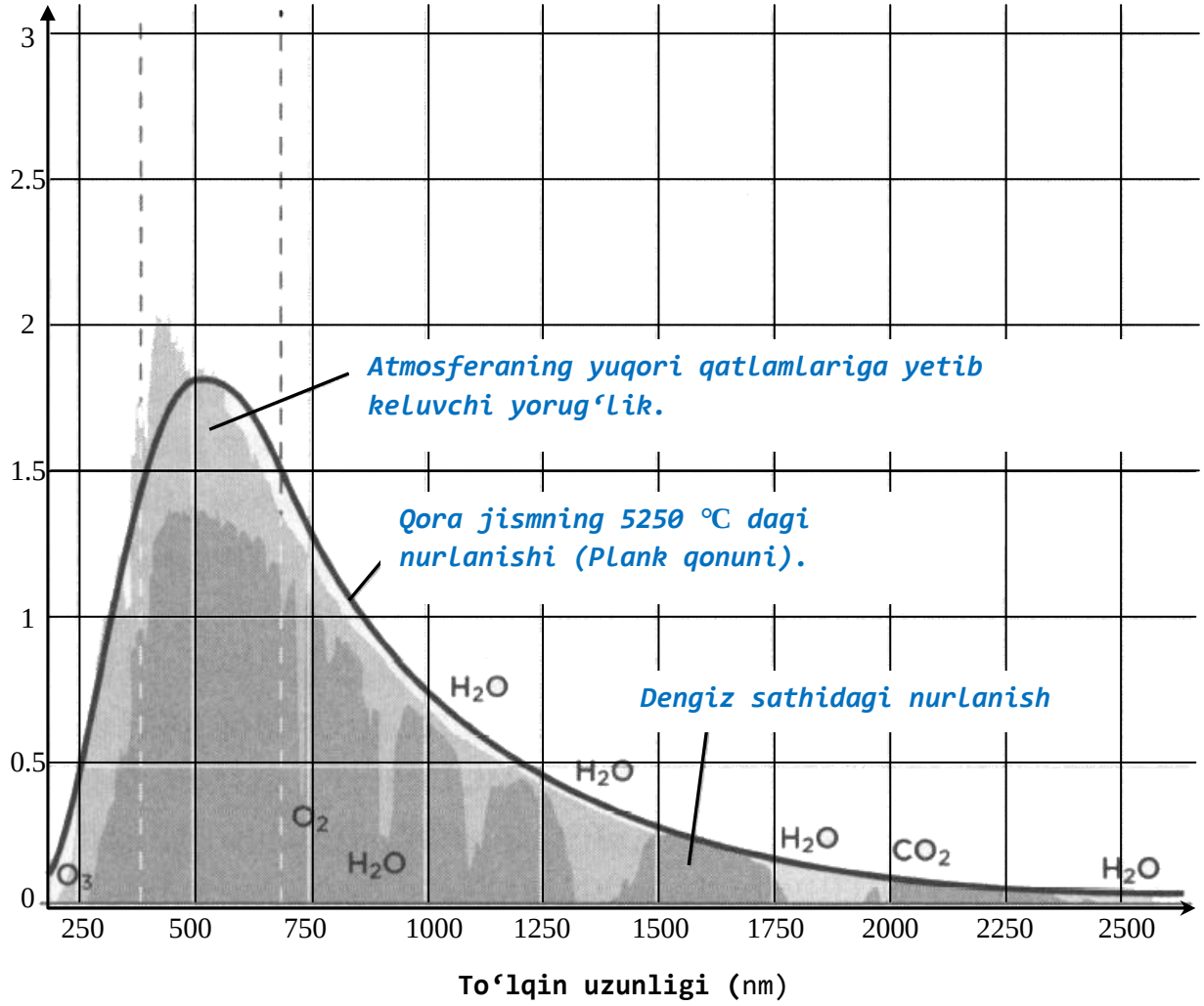
Reley ham oʻz tajribalarida huddu Plank singari berilgan haroratda elektromagnit nurlanishi termodinamik muvozanat holatida boʻlgan boʻshliq ichini tadqiq qilgan. Biroq, aytib oʻtganimizdek Reley Plank ossilyatorlaridan foydalanmaydi va buning oʻrniga boshliq ichidagi toʻlqin xossalarini toʻgʻridan-toʻgʻri tahlil qiladi. Reley nazariyasida ultrabinafsha falokati sodda izohga ega boʻladi: boʻshliqda qisqa toʻlqinli nurlanish nisbatan koʻproq boʻladi, ya'ni, boʻshliq ichida $\frac{L}{n}$ toʻlqin uzunligiga ega boʻlgan toʻlqinlar joylashadi. Bunda ***n*** – doimo butun son boʻladi va u cheksiz kattalashib borishi mumkin. Shu sababli u chegarasizdir (sxemaga qarang). Agar har bir toʻlqinga muayyan energiya miqdori mos kelsa, toʻlqinlar miqdori esa cheksiz boʻlsa, unda boʻshliqdagi energiya miqdori ham cheksiz boʻlishi mumkin.



Boʻshliqda qoʻzgʻatilgan toʻlqinlar miqdori, toʻlqin uzunligi kamayishi bilan cheksiz ortadi.

Reley-Jins nazariyasi mumtoz fizika asosida yuzaga kelgan boʻlib, lekin u hech qachon amalda oʻzini toʻliq oqlamagan edi. Uning xulosalari amaliy tajriba natijalari bilan faqat past chastotalar va uzun toʻlqinli spektr uchungina mos kelardi. XX asrning ilk oʻn yilligi mobaynida, oʻsha zamonning eng buyuk fiziklari, jumladan Lorents, Eynshteyn, Jins, Vin, Plank, Erenfest, hamda, Puankarelar nimaga bunday boʻlib chiqayotgani haqidagi masala ustida betinim bosh qotirdilar. Baribir, 10-chi yillar boshiga kelib, ularning barchasi, muammoni oydinlashtirish uchun, Plankning kvant gipotezasidan foydalanmaslikdan boshqa yoʻl yoʻqligini anglab yetishdi. Chunki aynan Plankning ilmiy tadqiqotlari va nazariy gʻoyalari, amaliy tajriba natijalari bilan nihoyatda katta aniqlikda mos kelardi...

QORA JISM NURALNISHI VA QUYOSH NURI



Yulduzlar qizigan moddadan tashkil topgan ulkan sferalar bo‘lib, issiqlik nurlanishi taratadi. Yulduz sirti harorati qora jism nurlanishi haroratiga tenglashganida, uning yorug‘lik spektri qora jismnikiga o‘xshash bo‘ladi. Yulduz nuridagi eng yaqqol ko‘zga tashlanadigan nisbatan faol rang uning harorat tavsifini belgilaydi: Vin siljish qonuniga muvofiq, yulduz rangi moviy rangga qanchalik yaqinlashgani sayin, uning sirtining harorati ham shunchalik yuqorilab boraveradi. Yuqoridagi sxemada biz Quyosh nurining atmosfera tasgqarisida qayd qilingan rangini (yorqin kulrang), Plank qonuniga muvofiq, 5250 °C bajarilgan qora jism nurlanishiki bilan qiyoslashimiz mumkin. Quyosh nurlanishi va Plank qonuni orasidagi nisbatan katta tafovutning sababi shuki, Quyosh ideal issiqlik muvozanatida turadi. Sxemada shuningdek biz, Yerga dengiz sathida yetib keladigan nurlanishni (to‘q ko‘k rang) ham ko‘rishimiz mumkin. Bu holda, to‘lqin uzunligining muayyan intervallarida intensivlikning keskin qisqarishi kuzatiladi. Buning sababi, mazkur intervallardagi nurlanishni atmosfera gazlari, ya'ni, CO_2, O_2, suv bug‘lari hamda boshqalar tomonidan yutishlishi tufaylidir.

Eynshteyn juda chuqur ketib qoldi

1905 yilda Albert Eynshteyn fizika fani olamiga kirib keldi va o‘shandan boshlab, toki vafoti sodir bo‘lgan davr – XX asrning 50-yillarigacha, fizika orkestrida birinchi skripkani ijro eta boshladi. U bungacha ham qator ilmiy maqolalar bilan chiqish qilgan edi. Lekin aynan 1905 yildagi uning maqolalari orqali, (ular 7 ta edi) ilm-fan uchun yangicha qarashlar, yangicha tushunchalar va yangicha asoslar kirib keldi. Eynshteynni olamga mashhur qilgan nisbiylik nazariyasi haqida va uning rivoji hamda mustahkamlanishi borasidagi Maks Plankning xizmatlari yuzasidan keyinroq to‘xtalib o‘tamiz. Lekin bu o‘rinda, Eynshteynning o‘sha mashhur maqolalaridan birining dunyo yuzini ko‘rganidan so‘ng, uning ta’sirida kvant gipotezasining taraqqiyotida ham qandayin tub burilish yuz berganini ko‘rib chiqsak. O‘sha hal qiluvchi maqola «Yorug‘likning paydo bo‘lishi va shakl o‘zgarishlariga taaluqli bir evristik nuqtai nazar haqida» degan g‘alati sarlavha bilan bosilgan edi. Odatda fotoeffekt borasida gap ochilganida albatta ushbu maqola tilga olib o‘tiladi. Lekin fotoeffekt hodisasi o‘sha mashhur maqolada tilga olingan ko‘p sonli mavzulardan biri edi xolos. Eynshteyn maqolalari juda sodda va xalqchil tilda yozilganligi bilan ajralib turardi. Undagi texnik va ilmiy tafsilotlar ham, tushunishga juda oson tilda bayon qilingandi. O‘sha maqolaning kirish qismidan iqtibos keltiramiz:

> «*Uzluksiz nuqtaviy funksiyalariga tayanuvchi, yorug‘likning to‘lqin nazariyasi sof optik hodisalarni tushuntirishda nihoyatda aniq bajarilmoqda va ehtimolki, bu borada boshqa biron-bir nazariya bilan uni almashtirilimaydi. Lekin shunga qaramay, unutmaslik kerakki, optik kuzatuvlar, oniy kattaliklarga emas, balki, vaqt bo‘yicha o‘rtacha olingan kattaliklarga suyanadi. Shu sababdan, difraksiya, dispersiya, akslanish, sinish, va shunga o‘xshash nazariyalarning amaliy tajribada to‘liq isbotlanganligiga qaramay, shunday bo‘lib chiqishi mumkinki, yorug‘likning uzluksiz fazoviy funksiyalarga tayanuvchi nazariyasi, aynan yorug‘likning o‘zini paydo bo‘lishi hamda, shakl almashinishlariga taaluqli hodisalarga tadbiq etilganida, amaliyot bilan ziddiyatga kirishib qolishi mumkin.*
>
> *Men haqiqatan ham, qora jism nurlanishi, fotolyuminessensiya, ultrabinafsha nurlar bilan yoritishda katod nurlarining hosil bo‘lishi, hamda, yorug‘likning paydo bo‘lishi va shakl almashinishiga aloqador boshqa fizik hodisalarga taaluqli tajribalar borasida, shunday o‘ylaymanki, yorug‘lik energiyasining fazo bo‘ylab tarqalishi diskret ravishda sodir bo‘ladi*».

Yana nima ham qo‘shimcha qilish mumkin?!

Maqolaning birinchi qismi Plank qonunidan kelib chiquvchi ba’zi xulosalarning tahliliga bag‘ishlangan. Ulardan biri ancha g‘ayritabiiy: yetarlicha past

intensivlikdagi nurlanish entropiyasi ideal gaz tenglamasiga o‘xshash ifoda orqali bayon qilinadi. Bu fakt esa, yorug‘likning mustaqil zarrachalardan tashkil topganligini tasdiqlaydi. Eynshteyn o‘z maqolasida yo‘l-yo‘lakay, Reley-Jins qonuni mumtoz statik fizika tamoyillariga tayanib keltirib chiqarilgani va Plank qonuni esa bunday emasligiga ishorat berib o‘tadi. Maqolaning ikkinchi qismi fotoeffekt hodisasiga, ya'ni, ultrabinafsha yorug‘lik bilan yoritilganda katod nurlarining hosil bo‘lishi masalasiga bag‘ishlanadi. Bu hodisani Genrix Gers tomonidan, elektromagnit to‘lqinlarning mavjudligi isbotlanganishiga olib kelgan tadqiqotlar mobaynida kashf qilingan edi. To‘lqinlar detektori sifatida Gers, ikkita o‘zaro yaqin turgan metall poynaklardan foydalangan edi. Ular orasidan elektromagnit to‘lqinlar o‘tganida, oraliqda uchqun chaqnar edi. Agar poynak elektromagnit to‘lqinlar qo‘zg‘atuvchi (generatsiyalovchi) asosiy razryadga yaqin joylashgan bo‘lsa, uchqun chaqnashining yorqinligi anchayin kuchli bo‘lardi va aksincha, detektorning berk holatida uchqun juda xira chaqnardi. Gers, ultrabinafsha nurlar metalldagi zaryadning kuchayishiga xizmat qiladi degan xulosaga keladi.

Bu masala bilan Eynshteyn shug‘ullana boshlaganida, ultrabinafsha nurlari metall sirtidan elektronlarni urib chiqarishi fanda allaqachon ma’lum edi. Elektronlarning energiyasi nurlanishning intensivligiga emas, balki, chastotasiga bog‘liq ekanligi ham olimlarga ancha avvalroq ayon bo‘lgandi. Bu muammo yuzasidan fikrlar ekan, Eynshteyn unga Plankning kvant gipotezasini tadbiq etdi va quyidagicha mulohaza yuritdi: agar yorug‘lik kvanti energiyasi to‘laligicha elektronga uzatilsa, biz shunday taxmin qilishimiz mumkinki, metalldan uzilib chiqin ketish uchun doimiy ***W*** energiya zarur bo‘ladi; elelktron metall sirtidan ***E*** energiya bilan uzilib chiqib ketadi, bu energiya, nurlanishdan olingan energiya bilan, metall sirtidan uzilib chiqib ketish uchun yetarli bg energiyalarning ayirmasiga teng:

$$E = hv - W$$

Ushbu xulosaning ustunlik jihati, uni nisbatan sodda amaliy tajriba orqali tekshirib ko‘rish va haq yoki nohaq ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin edi. shuningdek u orqali, Plank doimiysi ***h*** ning son qiymatini aniqlash hamda, uni avvaldan ma’lum kattalik bilan qiyosan tekshirish mumkin bo‘lardi.

Eynshteynning maqolasi ilmiy doiralarda keng munozaraga va katta qiziqishga sabab bo‘ldi. Uni birinchilardan bo‘lib tanqidiy nazar ila tahalil qilib ko‘rgan olim ham Maks Plank bo‘lgan edi. Maks Plank muallifligida 1912 yilda nashrdan chiqqan «Issiqlik nurlanishi mazariyasi bo‘yicha ma’ruzalar» risolasining muqaddimasida shunday jumlalarni o‘qish mumkin:

> «*Eskicha konservatizm ruhiyatidagi ko‘plab fiziklar tomonidan mening ilmiy g‘oyalarim inkor etilayotgan va yoki, voqealar rivojining qay tarafga yuz burishini kutib, payt poylanayotgan bir vaqtda, boshqa bir mualliflar*

tomonidan, mazkur ilmiy farazlarga nisbatan yanda keskinroq va hayratlanarliroq taxminlar bilan qo‘shimchalar kiritilishi kerakligi ham aytilmoqda. Masalan, shunday takliflardan biriga ko‘ra, har qanday nurlanish energiyasi, hatto bo‘shliq muhitida ham muayyan bo‘linmas elementlar shaklida, ya'ni, kvantlar ko‘rinishida tarqalar emish. Yangi gipotezaning barqaror rivoji uchun, uni qo‘llash lozim bo‘lgan sohadan tashqariga chiqib ketishdan ham ko‘ra zararliroq narsa yoq’. Shu mulohazaga ko‘ra men doimo kvant gipotezasini mumtoz dinamika bilan uzviy bog‘lanishidan nariga o‘tmaslik tarafdoriman».

Bu mulohazada Plank aynan tilga olib o‘tmagan bo‘lsa hamki, harholda Eynshteyn haqida gapirayotgani aniq. 1913 yilda Eynshteynni Prussiya Fanlar akademiyasiga qabul qilinishi munosabati bilan qilgan tanishtiruv nutqida Plank u haqida nisbatan do‘stona munosabat bildiradi va uning kelajak kashfiyotlariga ishorat tariqasida qiziq bir tavsif beradi:

«*Uning ayrim aqliy mulohazalarida, masalan,* ***yorug‘lik kvanti*** *singari xulosalarida fikran juda chuqurlashib ketishi, unga nisbatan qandaydir bir ishonchsizlik yoki gina saqlash uchun asos bo‘lmasligi kerak. Tavakkal qilmasdan turib, hatto eng qat’iy aniq fanlarda ham biz uchun mutalqo yangilik bo‘ladigan muvafaqiyatga erishib bo‘lmaydi*».

Ko‘rib turibmizki, kvant gipotezasining muallifining o‘zi bo‘lgan Plank ham, unga nisbatan muayyan barqaror ishonchga ega emas, lekin, Eynshteynning bu boradagi ajabtovur va mumtoz fizika chegarasidan naridagi qarashlariga ham bir asosli yondoshuvga kela olmayapti. Shunga qaramay, adolat tarozusi baribir Eynshteyn tarafga tosh bosdi. 1914 va 1915 yillari amerikalik fizik Robert Milliken (1868-1953) AQSH fizika assotsiatsiyasiga o‘zining uzoq yillar mobaynida olib borgan ilmiy tadqiqotlari natijalari, jumladan fotoeffekt hodisasi borasidagi tekshirishlari bayon qilingan qator hisobotlarni kiritdi. Unda Milliken olimlarga xos bo‘lmagan g‘lati oshkoralik bilan, tadqiqotlardan asosiy muddao, kvant gipotezasi borasidagi Eynshteynning qarashlarini inkor etish bo‘lganini ta’kidlaydi. Uning 1916 yilda «*The Physical Review*» jurnalida e’lon qilingan to‘liq hisobotida quyidagilarni o‘qish mumkin:

«*1905 yilda Eynshteyn fotoeffekt hodisasi va kvant nazariyasi orasidagi uyg‘unlikka ishora qiluvchi birinchi munosabatni o‘rnatdi va buning uchun u,* ***hν*** *energiyaga ega bo‘lgan hamda, energiyasi elektron vositasida uzatiladigan va yutiladigan yorug‘lik zarrachasi haqidagi, anchayin dadil, lekin ta’bir joiz bo‘lsa, be’mani* [Milliken inglizcha «reckless» so‘zini qo‘llagan] *gipotezani ilgari surdi. Gipotezani* [...] *be’mani deb atash mumkin* [...] *chunki, mantiqqa ko‘ra, fazoda cheklangan elektromagnit tebranishlari, elektromagnit nurlanish konsepsiyasining aynan o‘ziga ziddir*».

Biroq, qanchalik g‘ayritabiiy bo‘lmasin, yuqoridagi kabi keskin tanqidlardan so‘ng, amerika fizigining maqolasi xotimada quyidagicha jumlalar bilan tugaydi va Eynshteynning haq ekanligiga zarracha shubha qoldirmaydi:

> «*Eynshteynning fotoeffektga taaluqli tenglamasi eng katta aniqlikdagi tekshiruvlar orqali sinab ko‘rildi va bilishimcha, har gal olingan natijalarda nazariyot bilan o‘ta aniqlikda muvofiqlikka erishildi*».

ROBERT MILLIKEN VA OLIM VIJDONI

O‘zining mashhur tajribasida Milliken, nihoyatda mayda va zaryadlangan moy tomchilarining harakatini tadqiq qildi. U tajribasi natijasiga binoan, tomchilardagi elektr zaryadining diskretligini hamda, ushbu zaryadning elementar kattaligi elektron zaryadinikiga teng ekanligini xulosaladi. Milliken bu tajribalarida chekli miqdordagi moy tomchilari ustida tadqiqot o‘tkazish bilan kifoyalanganligi hamda, boshqa moddalar bilan tajribani takrorlab ko‘rmaganligi haqida asosliy taxminlar mavjud. Uning boshqa moddalardan foydalanmaganligining sababi sifatida, olim ulardan olinadigan natijalar, tajribaning umumiy nisbiy xatolik ko‘rsatkichini oshirib yuboradi deb o‘ylagani ta’kidlanadi. Aynan ushbu faktni ilmiy tanqidchilar o‘zlariga dastak qilib olishgan va Millikenning olim sifatidagi halolligiga nisbatan shubha tug‘diraigan omil deya baholangan. Shuningdek tanqidchilar, bu narsani, olimlarning amaliy tajriba natijalarini nazariyotning g‘oya va taxminlariga qo‘lbola ravishda moslab olishlari haqidagi da’volariga ham asos bo‘lib qoldi. Lekin o‘sha tanqidchilar orasidan hech biri fotoeffekt haqida og‘iz juftlashga botinolmasdi. Aslida esa, o‘zi ham bot-bot tan olganidek, Milliken o‘z tajribalari orqali Eynshteynning xulosalarini inkor etishni ko‘zlaganidi (shunga ko‘ra u ma’lum ma’noda aslida o‘z tanqidchilar bilan maslakdosh bo‘lgan). Millikenning o‘zi quyidagicha yozgandi: «*Men o‘z hayotimning o‘n yilini, Eynshteynning 1905 yilda bayon qilgan tenglamasini inkor qilishga bag‘ishladim, lekin o‘zim kutgan barcha istiqbollarga zid ravishda, 1915 yilga kelib, uning g‘oyalari bir qarashda o‘ta be’manidek ko‘rinsa-da, harholda menikidan farqli o‘laroq, amaliy tajribada o‘ta aniq isbotlanganini hamda, bu orqali Eynshteynning haq ekanligini, so‘zsiz tan olishimga to‘g‘ri keldi*». [Milliken be’mani degan so‘z bilan kvant nazariyasini nazarda tutmoqda]. Fotoeffekt hodisasi bilan bog‘liq ilmiy haqiqat, Robert Millikenning vijdonan pok inson bo‘lganiga dalolat berib turibdi. U o‘zi ilgari tan olmagan va o‘z qarashlariga zid deb hisoblagan ilmiy g‘oyalarning haqligi isbotlansa, ularni hech bir ikkilanishlarsiz qabul qilar va tan ola bilardi.

Yangi zamon fizikasi uchun Nobel mukofoti

1907 va 1908 yillarda Maks Plankning nomzodi fizika sohasidagi Nobel mukofoti uchun tavsiya etildi. Biroq, har ikkala safar ham unga mukofot nasib etmadi. 1908 yilda uning mukofot olishiga hech kimnining shubhasi qolmagan edi. Chunki bu borada uni Shvetsiyalik mashhur fizik va kimyogar olim Svante Arrenius (1859-1927) shaxsan qo‘llab-quvvatlardi. Arrenius, Nobel mukofoti ha’yati materiyaning atomlardan tuzilganligi haqidagi nazariyani tan olishi va qo‘llab-quvvatlashi lozim deb hisoblardi va bu nazariyada markaziy o‘rin tutuvchi olim sifatida aynan Plank nomzodini ko‘rardi. Lekin o‘sha yilgi mukofot ha’yati qo‘mitasida Vilgelm Vin va Maks Plank nomzodlaridan birin bo‘yicha bahsli holat yuzaga keldi. Ayrimlar mukofotni har ikkala olim birgalika bo‘lishib olishi kerak degan fikrni ham o‘rtaga tashlashgan. Boshqalari esa, Plankning ilmiy ishlari ham avvalo Vin qonuniga asoslanib boshlangan degan vaj bilan Vin nomzodini tasdiqlashni ma’qul ko‘rishardi. Ustiga-ustak, Plank qonuni amaliy tajribada qat’iy isbotlangan bo‘lsa-da, lekin nazariy jihatdan asoslanmaganligi sababli, ilmiy jihatdan tugal deb hisoblanmasdi. 1908 yil aprelida Xendrik Lorents, mavjud fizika qonunlari orqali Plank qonuni va formulasini keltirib chiqarish mumkin emasligini ta’kidlay boshladi. Bu paytlarda aynan Lorents jahonda eng nufuzli fizik olim sanalardi va uning obro‘-e’tibori, mukofot hay’atining Plank masalasidagi ikkilanishlariga hal qiluvchi nuqtani qo‘ydi.

Oradan 10 yil o‘tib ketdi. Bu vaqt ichida kvant gipotezasining ilmiy asoslari ravnaq topdi va yangi-yangi natijalar qayd etildi. Bir so‘z bilan aytganda, kvant nazariyasi katta ilmiy obro‘ga ega bo‘lib ulgurdi. Maks Plank 1919 yilda 1918 yil uchun[1] fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga tavsiya etildi va u mazkur eng nufuzli ilmiy mukofotga haqli ravishda sazovor bo‘ldi. Mukofot qo‘mitasi, Plank nomzodining boshqa nomzodlardan ko‘ra ko‘p marta ilgari surilganini e’tirof etdi. O‘sha yillarning eng ilg‘or fizik-nazariyotchilari, chunonchi, Lorents, Eynshteyn, Born, Vin hamda, Zommerfeldlar Plank nomzodini qizg‘in qo‘llab-quvvatlashdi. Hozrda tarixga nazar tashlansa, kvant nazariyasining taraqqiyoti yo‘nalishidagi ilk Nobel mukofotini aynan Maks Plank olgani, undan keyin ushbu nufuzli mukofot Eynshteyn va Borga – kvant nazariyasining boshqa olimlariga berlganligi mantiqan to‘g‘ridek ko‘rinadi. Bu ro‘yxatga shuningdek, Geyzenberg, Shryodinger, Dirak, Pauli va Bornlarni ham kiritish mumkin. Ammo unda Arnold Zommerfeldga (1868-1951) joy topilmagani chainarlidir.

1919 yilgi Nobel mukofotini shuningdek Yoxannes Shtark (1874-1954) ham qo‘lga kiritgan. Uni aslida olim ham emas balki, shunchaki odam hem deyish qiyin bo‘lib, o‘ta radikal kayfiyatdagi millatchilik rejimi – fashistlarga ochiqchasiga xayrixoh bo‘lgan iflos kimsa edi. shatrk fashistlarning g‘ayriinsoniy g‘oyalarini ochiqchasiga qo‘llab-quvvatlar va ularga sidqidildan xizmat qilar edi. Fashistlarning

[1] 1918-yilda I-jahon urushi sababli Nobel mukofoti hech kimga berilmagan – *tarjimon izohi*.

jinoiy hunrezliklarini amalga oshirishlari yo‘lida foydalanishlari uchun, erishilgan eng nozik ilmiy yutuqlarni ham qo‘shqo‘llab topshirib yurgan bu maraz, ikkinchi jahon urushi yakuniga ko‘ra harbiy tribunalga topshirilgan va majburiy mehnat lageriga surgun qilingan.

Shunday qilib, 1919 yilgu Nobel mukofoti taqdirlash marosimiga Maks Plank o‘sha iflos yoxannes shtark bilan birga yo‘lga chiqdi. Ularga yana bir kuchli olmon olimi, kimyogar, kimyo bo‘yicha bir yil avvalgi Nobel mukofoti laureati Frits Gaber (1868-1934) ham hamrohlik qildi. Gaber 1909 yilda vodorod va azot aralashmasidan sun’iy ammiak sintez qilish usulini kashf qilgan bo‘lib, bu kashfiyot Germaniyaga nitrat birikmalaridan mineral o‘g‘it sifatida foydalanishni yo‘lga qo‘yish orqali qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtirish samaradorligini bir necha barobar orttirishga imkon bergandi. Qolaversa, Gaber kashfiyoti, ya'ni, ammiak sintezi va uning mahsuliy birikmalari I-jahon urushi vaqtida harakatdagi nemis armiyasi uchun portlovchi moddalar tayyorlashga yo‘naltirilgan. Frits Gaber shuningdek birinchi jahon urushi yillarida nemis armiyasi uchun harbiy texnologiyalar tayyorlashda faol ishtirok etgan bo‘lib, chunonchi u tarixda ilk bora zaharli gazlarni urush amaliyotida qo‘llanishida ham bevosita ishtirok etgan. Gaberning bunday qirg‘inbarot qurollarni ishlab chiqarilishida ongli ravishda ishtirok etganligi, uning olim sifatidagi nufuziga ko‘lanka tashlaydigan kirli tavsifdir. Axir qanday qilib, ilmu-fan namoyondasi bo‘lgan kishi, odam o‘ldirish qurollarini tayyorlashni odatiy ish deb bilishi mumkin?!

Xullas ushbu uch olim: mo‘tadil Maks Plank, millatchi yoxannes shtark, hamda liberal yahudiy Frits Gaber siymolari, 1920 yil yozida Nobel mukofotini topshirish marosimida ishtirok etish uchun Stokogolm sari yo‘lga chiqishdi. Ilm-fan, siyosat va urush ularning peshona-taqdirida o‘z muhrini qoldirdi. Ushbu uch olimni XX asr birinchi yarmi nemis jamiyatining barcha ziddiyatlari va qarama-qarshiliklarini o‘zida aks ettiruvchi olmon ilm-fanining ham buyukligi va ham baxtiqaroligi ramzi sifatida e’tirof etish mumkin. Frits Gaber ilmiy yutuqlarni eng manfur maqsadlar yo‘li uchun ham burib berganligi uchun vijdoni hech qiynalmay, hotirjamlik bilan kun kechirdi va Germaniyani tashlab chiqib ham ketdi. U o‘zi kashf qilgan qurollar orqali, vaqti kelib o‘zi mansub bo‘lgan yahudiy millatini qirg‘inbarot qilinishiga ham xissa qo‘shgan edi. Ochiq tabiatli, lekin real siyosiy voqe’likdan yiroq bo‘lgan Maks Plank esa, o‘zi va o‘zi singari nomdor olimlar tomonidan barpo qilingan hashamatli olmon ilm-fani binosining fashistlar tomonidan qulatilishiga guvoh bo‘lishga majbur bo‘ldi. Mal’un Gitlerning o‘ta keskin millatchilik va ayirmachilik siyosati natijasida, kelib chiqishi nemis millatiga mansub bo‘lmagan ko‘plab yuksak zehn-zakovatli olim va mutaxassislar yo‘q qilib yuborildi. Plankning olimlarni va ilmiy jamiyatni siyosatdan holi tutisha qaratilgan barcha urinishlari zoe ketdi. U o‘z hamkasblariga qila olgan eng katta yaxshiligi, ularning xavfsiz yerlarga qochib ketishlariga ko‘maklashish bo‘ldi xolos. Vanihoyat shtark, avvaliga fashistlar Germaniyasining eng iflos timsollaridan biriga aylandi. Ilmiy yutuqlarni insoniyat

tarixidagi eng qirg‘inbarot urush bo‘lgan II-jahon urushida nemislarning harbiy maqsadlari uchun yo‘naltirishda jonbozlik ko‘rsatgan bu kimsa, miyasi millatchilik va fashizmning axmoqona g‘oyalari bilan zaharlangan manqurtga aylandi va umrining oxirida majburiy mehnat lagerlarida xor bo‘lib yashab o‘tdi...

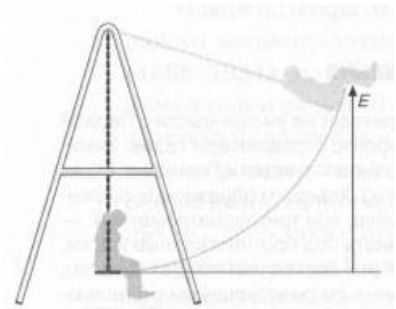
BIRINCHI OMMAVIY QIRG‘IN QUROLI

Birinchi jahon urushi haqida hikoya qilinganida odam aqlini dahshatga soladigan eng razil hunrezliklardan biri – frontda zaharli gazlarning qo‘llanilishidir. Asosan Fransiya va Germaniya armiyalari tomonidan keng qo‘llanilgan «kimyoviy urush», taraflarning qay birida kimyoviy qurol mutaxassislari kuchli ekanini namoyish qilish masalasiga aylanib ketgan edi. Kimyoviy nayrangning eng makkorona namunasi sifatida, frontda xloropikrin (CCl_3-NO_2, yoki trixlornitrometan) gazining qo‘llanishini keltirish mumkin. Bu gaz nihoyatda inert bo‘lib, gaz niqobidan ham o‘tib askarning nafas yo‘llariga kirib bora oladi. U o‘limga olib kelmaydi, lekin ko‘ngil aynishiga va qusishga sabab bo‘lib, ta’sir doirasidagi askarlarni gaz niqodini yechishga majbur qiladi. Nemislar avvaliga ushbu gazni sochib yuborishardi, ittifoqchi qo‘shinlar askarlari uning ta’sirida niqoblarini yechib tashlashgach, ortidan zaharli, o‘ldiruvchi gazlar aralashmasi sochilardi. Natijada himoyasiz qolgan askarlar bo‘guvchi va ko‘zdan yosh oqizuvchi bunday gazlar ta’sirida qiynalib jon berardi. Nemis hukumati maxsus topshiriq bilan kimyoviy urush harakatlarini olib boruvchi harbiy bo‘linma tashkil qilidi va uni Frits Gaberning ixtiyoriga topshirdi. 1899 yilgi Gaaga konvensiyasiga zid ravishda, nemislar 1915 yil 22 avgustida Belgiyadagi Ipr qishlog‘i yaqinidagi jangda xlor gazi bilan hujum amaliyotini o‘tkazishdi. Shundan so‘ng, toki urush yakuniga qadar har ikkala taraf gaz hujumlarini keng ko‘lamda qo‘llab kelishdi va buning oqibatida minglab askarlar hayot bilan vidolashdi. Gaber ko‘pincha o‘zini oqlash uchun quyidagicha vaj-karson keltirar edi: *urush qanchalik tez tugasa, shunchalik kamroq odam qurbon bo‘ladi*. Uning bunday vaj-karsonlari o‘zini oqlashi uchun sabab bo‘lolmaydi albatta. Chunonchi uning bunday nomardligi va iflos ishlarga bosh bo‘lib yurganiga chiday olmagan xotini, Gaber sharqiy frontda navbatdagi gaz hujumi amaliyotini o‘tkazish uchun otlangan kuni, vijdon azobi qiynovi ostida, o‘z joniga qasd qildi. Gaber asli kelib chiqishiga ko‘ra yahudiy edi. Lekin birinchi jahon urushi vaqtida o‘zini xuddi asl nemis kabi ko‘rsatishga urindi. Lekin bunday ko‘zbo‘yamachilik va sohta fidokorlik, uni keyingi jahon urushi sababchisi – uchinchi reyx fashistlarining ta’qibidan qutqara olmadi...

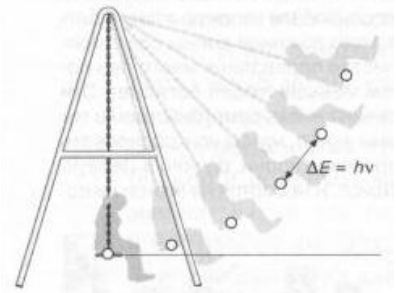
Kayzer Vilgelm II va Adolf fon Garnak. Ularning ortidan Emil Fisher hamda Frits Gaber kelmoqda. Kazyer Vilgel nomidagi Berlin fizika, kimyo va elektrokimyo Institutining ochilish marosimi. 1912 yilning oktyabri.

Tarqatishning ehtimollik konsepsiyasi

Plank o‘zining nurlanish qonuniga nisbatan yangarayotgan tanqidlarning asossiz emasligini yaxshi tushunardi. 1911 va 1912 yillari u o‘z qonunini yanada chuqurroq bayon etish uchun yangi nazariyani taklif etdi. Bu nazariya fan tarixida qiziq bir fakt o‘laroq muhrlangan. Lekin uni shakllantirishda, Plank tomonidan kvant nazariyasi doktrinasining keyingi rivoji uchun g‘oyat muhim ahamiyat kasb etgan qator yangi elementlar kiritildi. O‘sha elementlardan biri – *tarqatishning ehtimollik konsepsiyasidir*.



Oddiy arg‘imchoq



Plank arg‘imchog‘i

Mumtoz arg‘imchoq (yuqorida) energiyasi istalgan qiymat qabul qilishi mumkin. Kvant arg‘imchog‘i (pastda) energiyasi esa faqat ***hν*** ga karrali bo‘lgan muayyan qiymatlarni qabul qila oladi xolos.

Erenfest hamda boshqa olimlarning Plank nazariyasiga tanqidan ilgari surgan raddiyalaridan biriga ko‘ra, mumtoz mexanika nuqtai nazaridan ossilyatorlar energiyaning istalgan qiymatini qabul qilishi mumkin edi. Kvant nazariyasi esa energiya qabul qilishi mumkin bo‘lgan qiymatlarni diskret to‘plamlar bilan cheklab qo‘ygan edi. Biz Plankka nisbatan ilgari surilgan raddiyalrni yaxshiroq tushunish uchun, arg‘imchoqda uchayotgan odam bilan sodir bo‘luvchi holatni ko‘rib chiqamiz (chap tarafdagi rasm). Bu holat fizikada prujina bilan, yoki, texnik tilda aytsak, garmonik ossilyator bilan to‘liq ekvivalentdir. Bu obyektlar muvozanat holatiga (arg‘imchoq eng pastda joylashgan tinch holatida) ega bo‘ladi. Muvozanatdan chiqish sodir bo‘lgach esa, bir tarafdan boshqa tarafga tomon davriy tebranishlar yuz beradi. Arg‘imchoqda uchib ko‘rgan har bir odam yaxshi biladiki, unga o‘tirgan odamni istaganimizcha kuch bilan itarib uchirishimiz mumkin. Arg‘imchoq harakatini amplituda bo‘yicha cheklovchi narsa yo‘q (bu o‘rinda, arg‘imchoq asosdan to‘liq aylanib o‘tmaydi deb qabul qilinmoqda). Plank gipotezasi energiyaning qabul qilishi mumkin bo‘lgan qiymatlarini ***hν*** ning turli qiymatlari bilan cheklab qo‘yadi. Agar biz kuzatayotgan arg‘imchoq Plank qonuniga muvofiq harakatlanganida, biz unda uchayotgan odamning ma’lum balandlik qiymatlari oralig‘idan diskret ravishda ko‘tarilib-qaytishini ko‘rgan bo‘lardik (rasmga qarang).

Ushbu raddiyalarga javoban Plank ossilyatorlar energiyani doimiy yutadi, lekin uni nurlatish esa ossilyator energiyasi qiymati faqat ***hν*** to‘plamga erishgadagina sodir bo‘lsa kerak degan fikrni o‘rtaga tashladi. Hal qiluvchi konseptlardan biri –

tarqatish ehtimolligi shu tarzda vujudga keldi. Energiyasining qiymati ***hv*** to‘plamga erishgan ossilyatorning nurlanish taratish yoki taratmasligi ehtimolligini Plank hisoblab topa olardi.

Ushbu konsepsiyaning ilm-fan va ayniqsa texnika taraqqiyoti uchun beqiyos muhimligi shunda ediki, unda zamonaviy lazer texnologiyalari kurtak yoza bosh;agandi. Plankning tarqatishning ehtimolligi konsepsiyasidan foydalangan Eynshteyn, o‘zining 1916 yildagi mashhur maqolasida, bu konsepsiyani yanada kengroq tahlil qiladi va rivojlantiradi. Eynshteynning aynan o‘sha maqolasida majburiy stimullangan nurlanishlar haqida ilk nazariy asoslar bayon qilingan bo‘lib, o‘sha maqola keyingi davr olimlari uchun lazer texnologiyalarining ajoyib imkoniyatlarini kashf etish borasida o‘ziga xos yo‘llanma o‘laroq xizmat qilgan.

Xullas, kvant nazariyasi tarkibiga endilikda tarqatish ehtimolligi ham kirib keldi. Aytish joizki, kvant nazariyasining otalari bo‘lmish – Maks Plankning o‘zi, Eynshteyn va Shryodingerlarning birortasi ehtimoliylik tushunchasini kvant mexanikasi ichiga kirib kelishini istashmagan va bu boradagi fikrlarni qabul qilishmagan. Ular kvant mexanikasidagi kelajak tadqiqotlar, albatta ehtimoliylikni inkor etadi va kvant nazariyasi noaniqliklardan butunlay qutuladi deb umid qilishgan edi. Ko‘rib turibmizki, Plank yana bir bora, o‘zi erkinlikka qo‘yib yuborgan asov otini jilovlashga urinmoqda...

Ernst Max bilan falsafiy to‘qnashuvlar

Maks Plank o‘zining ilmiy faoliaytini boshlagan vaqtda, olimlar Vilgelm Ostvald (1853-1932) va Ernst Max (1838-1916) olmon ilm-fanida katta obro‘-e’tiborga va kuchli ta’sirga ega bo‘lib, ularning fikri ko‘pincha haqiqat deb qabul qilinardi. Bu ikkala olimlar kurtak ochib kelayotgan atom-molekulyar ta’limotning qat’iy raddiyachilari bo‘lib, atomizmni keskin inkor qilishardi. Ernst Max esa, nemis pozitivizmi falsafa maktabining nomndor namoyondalaridan biri bo‘lgan. Ushbu falsafiy tushunchalarga ko‘ra, insonning his qilish orqali ololmaydigan tafakkur mahsullari, xususan, ko‘rish, eshitish yoki tegib, ushlab ko‘rish vositasida egallanishi mumkin bo‘lmaydigan bilimlar inkor qilinadi. Shuningdek, bu falsafa tarafdorlari evolyutsiya va taraqqiyotga nisbatan cheksiz e’tiqodda bo‘ladi.

Maxning falsafiy qarashlari Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasini barpo qilishida va umumiy nisbiylik nazariyasini shakllantiruvchi yondoshuvlarni ishlab chiqishida hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatganligini olim o‘zi qayd etib o‘tgan edi. Eynshteyn orqali Max shuningdek, Geyzenbergning kvant mexanikasi borasidagi ishlariga ham ta’sir ko‘rsatgan (bu haqida quyiroqda).

Max energistlarning issiqlikning kinetik nazariyasi haqidagi tushunchalarini qabul qilgandi. Energistlar atom nazariyasini rad etishardi. Ularning fikriga ko‘ra, agar atomlarni ko‘rib, his qilib bo‘lmasa, ular haqida bahslashishdan hech bir naf yo‘q deb hisoblashardi.

1890 yilda yoq Maks Plank jur’atli ravishda Ernest Maxni tanqid qilib, mazkur nufuzli faylasufning termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni bilan bog‘liq ilmiy muammo va munozaraning mohiyatini tushunib yetmaganligiga sha’ma qilib o‘tgandi. Qora jism nurlanishi qonunini kashf qilishidan avvalroq, 1896 yilda Plank energistlarga qarshi yolg‘iz kurashayotgan Boltsman tarafiga o‘tadi va uning ilmiy dasturiga qo‘shiladi. Boltsmanning qarashlari nisbatan asosli va mantiqqa yaqib ko‘rinardi. Bu haqida Plank shunday yozgandi:

> «*Yangi nazariy g‘oyalarga nisbatan orqaga qadam tashlash ma’nosini anglatuvchi tushunchalarni o‘zida mujassamlab olgan va so‘nggi vaqtlarda ko‘pchilik tarafidan qabul qilinayotgan energetizm yo‘nalishiga qarshi butun imkoniyatim bilan ochiq kurashga kirishishim kerakligini o‘zimning burchim deb bilaman. Bunday yondoshuv yosh tadqiqotchilarga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, ya'ni, ularning kuchli ilmiy asosli yangiliklarni o‘rganishdan ko‘ra, aksincha, ilmiy faoliyatlarida yuzaki xulosalar bilan cheklanib qolishlariga zamin yaratib qo‘yishi mumkin*».

Plank o‘zining qora jism nurlanishi borasidagi tadqiqotlarining bunchalik cho‘zilib ketganligini sababini tushunib yetgan bo‘lsa kerak. Agar u vaqtida energistlar va antiatomistlarning puch da’volaridan yuz o‘girib, Bolstmanga ergashmaganida, uning tadqiqot yo‘li bundanda uzoq bo‘lib ketishi ham mumkin edi.

U o‘zi shu paytgacha ishonib kelgan antiatomistik g‘oyalari bilan nisbatan yengil hayrlashdi va bu bilan o‘zining aqidaparast emasligini yana bir bora isbotladi. U faoliyatining avvalida Boltsmanga nisbatan bildirgan ishonchsizligi va tanqidlari uchun uyalardi, vijdonan Boltsmandan hijolat chekardi. Shu sababli ham u olimning o‘limidan so‘ng, uning uchun ham pozitivizmga qarshi, ayniqsa Ernest Maxga nisbatan intellektual kurash ochdi. Plank o‘zining turli nashrlardgi falsafiy chiqishlari orqali Ernest Maxni va uning tarafdorlarini ayovsiz nishonga ola ketti.

Plankning pozitivizmga nisbatan bergan bahosini quyidagicha ifodalash mumkin: *pozitivizmning ro‘kach qilayotgan asoslarini e’tiborga olsak, uni mantiqan inkor etib bo‘lmaydi, lekin uning basharasini amaliy natijalar orqali ochib tashlash mumkin*. Chiqishlarining birida Maks Plank, pozitivizm va uning namoyondasi Ernest Max, uzoq yillardan buyon xaspo‘shlayotgan puch g‘oyalari evaziga ko‘zga ko‘rinarli bironta ham ilmiy natijaga erishmaganligini ochiq e’lon qildi.

Maks Plank pozitivizmdan voz kechib, uning o‘rniga *realiz*m deb nomlangan falsafiy yondoshuvga ergashishni tavsiya qiladi. Unga ko‘ra: mavjudligi bizga bog‘liq

bo‘lmagan ulkan tashqi dunyo mavjud va uni tabiatning universial qonunlari boshqaradi. Ilm-fanning maqsadi esa, tabiat qonunlarini o‘rganish, ularni bayon qilish va ularni, olimlar tomonidan har yer va har vaqtda qo‘llanishga tayyor bo‘lgan o‘zaro muvofiq ilmiy tamoyillar tizimiga birlashtirishdir. Ta’kidlash joizki, o‘z ilmiy faoliyati davomida Plank doimo qandaydir bir mutlaqlikni izlagan va uning, nurlatuvchi modda xossalariga, universial konstantalarga, tadqiqotchiga va hatto nisbiylik nazariyasiga ham bog‘liq bo‘lmagan fizik fenomen - qora jism nurlanishi tadqiq qilishga jiddi-jahd qilganining bosh omili ham o‘sha narsa – mutlaqlikni izlashdadir. Lekin bu borada ham Plankning bir paradoksal fikri mavjud: u nisbiylik nazariyasi ilmiy tafakkurni mutlaqlik saltanati sari olib chiqadi deb aytar edi, lekin uning o‘zining shaxsiy tamoyillariga ko‘ra, nisbiylik nazariyasining asosini tashkil qiluvchi fizik fenomenlar – universial qonunlar va masalan, yorug‘lik tezligi singari konstantalar mutlaqlikka soya solardi.

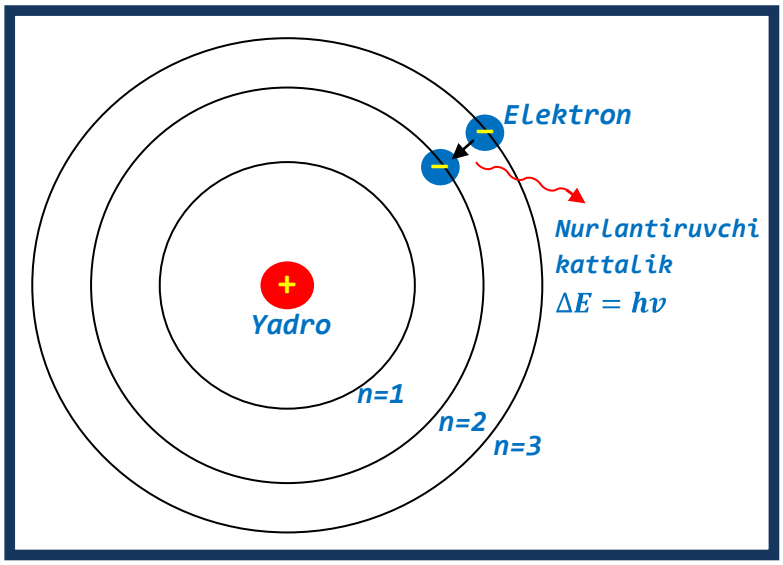
Issiqlik va ishning o‘zaro ekvivalentligini tan olinishi uchun, mexanikaning tushunchalaridan qo‘ltiqtayoq sifatida foydalanayotganlar, ushbu tamoyilning xulosalarini yarmisini tushunadilar xolos.

Ernst Max atom gipotezasi tarafdorlari haqida.

Aytish mumkinki, Plank oxir oqibatda Max bilan kechgan ilmiy muhorabani o‘z foydasiga hal qildi. Uning ta’siri bilan XX asrning ilk o‘n yilliklaridagi ko‘plab yosh olimlar eskicha qarashlardan voz kechish zaruriyatini anglab yetishdi. Plank g‘alabasining ahamiyatga molik jihati shundaki, u shunchaki falsafiy xulosalar, mantiqiy asoslashlar bilan cheklanib qolmay, raqibga inkor qilib bo‘lmas ilmiy isbot-dalillar bilan ham keksin zarbalar berdi. Chunonchi uning haqligini, atomlarning mavjudligini isbotlanishi, nisbiylik nazariyasi va kvant fizikasida erishilgan yutuqlar Maxni va boshqa pozitivistlarni butunlay mot qildi. Bularning brachasida, ilm-fanda Plank boshchiligida yo‘lga qo‘iylagan yangicha ilmiy uslublar ham katta ahamiyat kasb etgan. Plank va Maxning ilmiy munozarasi shuningdek Maks Plankning jamiyatdagi obro‘si keskin ortishiga sabab bo‘ldi. Nemislar ko‘z o‘ngida, eskicha qolipdagi falsafa o‘rniga, Maks Plank qiyofasida yangi faylasuf namoyon bo‘ldi. So‘zimizning yaqqol isboti sifatida, XX asrning 50-yillarida Germaniyada chop etilgan nemis falsafasi tarixi kitobining muqaddimasida aynan Plank birinchi bo‘lib qayd etilganini keltirish o‘rinlidir.

Atomning kvantlanishi

1910 yilda e'tiboran, Albert Eynshteyn va boshqa fiziklarning amalga oshirgan ilmiy ishlari tufayli kvant gipotezasining qanrov ko'lami ancha kengaydi. Lekin bu borada hal qiluvchi ilmiy qadamni Daniyalik yosh olim Nils Bor (1885-1962) tashlab berdi. Bor muallifligidagi «Atom va molekulalarning tuzilishi» nomli maqola *Physophical Magazine* jurnalida nashrdan chiqqan bo'lib, aynan o'sha maqolada bizga hozirda *atomning Bor modeli* nomi bilan tanish bo'lgan tushunchalar ilk bora dunyo yuzini ko'rgan edi.



Bor talqinidagi vodorod atomi modeli. Unga ko'ra faqat ***n***=1,2,3... tarzida belgilangan orbitalar mavjud. Yadro atrofida aylanuvchi manfiy zaryadli elektron, bir orbitadan ikkinchisiga o'tishda yorug'lik kvanti nurlantiradi

Maqola nashrdan chiqqan kuni Bor manchesterda, mashhur fizik Ernest Rezerford huzurida edi. Rezerford atomning musbat zaryadlangan yadrodan hamda, uning atrofidagai pog'onalarda aylanuvchi manfiy zaryadlangan elektrondan iborat ekanligi, hamda, atomning deyarli barcha massasi yadroda jamlanganligini amalda isbotlab bergan edi. Bor Rezerfordning laboratoriyasida ishlab, uning ilmiy g'oyalaridan ilhom olardi. U atomlar ichida eng soddasi bo'lmish – vodorod atomi uchun *planetar model* deb nomlanuvchi model ishlab chiqdi. U atom markazida joylashuvchi bitta musbat zaryadlangan yadro hamda uning atrofidagi orbita bo'ylab aylanuvchi bitta manfiy zaryadlangan elektrondan iborat. Bor modelida elektronlar yadro atrofida xuddi Yer Quyosh atrofida va Oy Yer atrofida aylangani sigari, aylanasimon orbita bo'ylab aylanadi deb talqin qilinadi.

Lekin Oy va elektron o'rtasida jiddiy bir farq mavjud: elektron – zaryadlangan zarradir. Maksvell esa, elektronning aylana orbita bo'ylab harakat qilishida u elektromagnit to'lqinlar taratishi kerak va agar rostdan ham shunday bo'lsa demak u energiya yo'qotishi zarur deb taxmin qilgan edi. Bunday mulohazaga muvofiq, elektron o'z orbitasida energiya yo'qotish bilan aylangani sayin, aylanasimon orbitadan chetlashib, spiralsimon orbitaga o'tishi va oxir-oqibatda yadroga qulab tushishi kerak. Lekin amalada tabiatda hech qachon bunday bo'lmaydi. ushbu boshi berk ko'chadan chiqib ketish uchun Bor ham xuddi Plank singair ossilyatorlarga va kvant gipotezasiga murojaat etdi. Bor, elektronlarning nurlanishni taratmaydigan ham, yutmaydigan ham muayyan barqaror orbitalari bo'lsa kerak deb taxmin qildi.

Uning fikricha, elektron bir orbitada boshqasiga o‘tishida **ν** chastotali yorug‘lik kvanti taratadi va mazkur **ν** ning qiymati, orbitalar energiyalari farqi Δ***E*** ning Plank doimiysiga nisbati bilan o‘lchaadi degan xulosaga keldi (avvalgi sahifadagi sxemaga qarang). Ya'ni u, elektronlarning nur taratish hodisasiga plankning ***E*=*hν*** formulasini tadbiq etdi. Faqat u ***E*** o‘rniga Δ***E*** ni qo‘llagan.

Yosh olim Bor taklif etgan atom modeli, mumtoz fizika bilan uchta fundamental juhat nuqtai nazaridan keskin farqlarni taqozo qilardi. Birinchidan, elektron orbitalari diskret energetik pog‘onalar orqali kvantlandi; ikkinchidan, elektronlar o‘zining statsionar orbitalarida elektromagnit energiya nurlatmasligi ta’kidlandi; vanihoyat eng muhimi - uchinchidan esa, yorug‘lik nurlanishi kvant ko‘rinishidagi diskret hodisa ekanligi bayon qilindi. Bu vaqtga kelib (1913 yil), kvant gipotezasi haqida olimlarda uncha-muncha ma’lumot hamda, inqilobiy yangiliklarga nisbatan ko‘nikma shakllanib qolgan edi. Aynan shu sababli ham Borning atom tuzilishi modeli, keskin tanqidlar va angalshilmovchiliklarsiz, nisbatan sokin qabul qilindi. Ushbu model, kuzatilayotgan ko‘plab fizik hodisalar yuzasidan tushintirish berishda yaxshi vosita sifatida namoyon bo‘la boshladi.

Ilm-fanda atomning Bor modeli paydo bo‘lganidan keyin, atom strukturasi masalasi kvant nazariyasining markaziy masalasiga aylandi. Bu vaqtga kelib kvant nazariyasining otasi Maks Plank nuroniy 55 yoshga qadam qo‘yib ulgurgan edi. endilikda undan kvant estafetasini boshqa o‘tkir zehnli va nisbatan yosh olimlar – Verner Geyzenberg va Ervin Shryodingerlar qabul qilib olishdi.

Urushdan keyingi ilm-fan

Birinchi jahon urushidan keyin Germaniya davlatining iqtisodiy ahvoli keskin yomonlashib ketdi. Urush harajatlarini ta’minlash uchun davlat banklardan ulkan miqdorlarda kreditlar olagn edi va bu narsa mamlakatda misli ko‘rinmagan chuqur moliyaviy inqirozni keltirib chiqardi. Ulkan kredit qarzlarini to‘lash majburiyatidan tashqari, urushda mag‘lub bo‘lgan nemislar, fransuz marshali Foshning Kompyen o‘rmonidagi vagon-qarorgohida o‘z qo‘llari bilan yozib imzolashgan sharmadali kapitulyatsiya akti hamda Versal shartnomasiga ko‘ra, ittifoqchi qo‘shinlarga, ya'ni, g‘olib mamlakatlarga katta miqdorda o‘lpon – reparatsiya ham to‘laydigan bo‘ldi. Bunday favqulodda murakkab moliyaviy holat mamlakatni chuqur inflyatsiya va uning ortidan defolt holatiga tushirib qo‘ydi. 1919-1923 yillar orasida Germaniya jahon tarixida hozirgacha ham misli ko‘rinmayotgan favqulodda keskin iqtisodiy inqirozga yuz tutdi. Nemis markasining butun I-jahon urushi davridagi qiymati AQSH dollariga nisbati 1$ uchun 9 doych-markadan oshmagan bo‘lsa, 1919 yilga kelib bu qiymat, 1$ uchun 40 doych-markaga yetib bordi. 1922 yil yozida valyuta kotirovkalari 1$ uchun 400 doych-markani ko‘rsatar edi. Nemis olomoni qanchalik

tushkunlikka tushmasin, lekin bu hali endi boshlanishi, ya'ni, holvasi ekan. 1923 yil yanvarida AQSH dollariga nisbatan kross-kurs 1$ uchun 7000 doych-markani tashkil eta boshladi. O‘sha yil iyul oyiga kelib bir dollar 160000 marka, avgustda 1000000 (million) marka, noyabrda esa 4.2 trillion markaga tenglashib qoldi.

O‘z vaqtida emmigratsiya bo‘yicha AQSHga ko‘chib o‘tishga majbur bo‘lgan olmon fizigi Valter Elzasser (1904-1991) 1923 yilda hali Berlinda istiqomat qilardi. Aynan ushbu fizik, Yerning magnti maydonining kelib chiqishini tushuntirish uchun, fanga gidromagnirtli dinamo nazariyasini taklif etgan. Elzasser o‘z otasining nihoyatda ishbilarmon bo‘lganini ko‘p ta’kidlagan. Uning aytishicha, inflyatsiya boshboshdoqliklarini oldindan ko‘ra bo‘lgan otasi, Germaniya doych-markasining qadrsizlanishidan zararni minimallashtirish maqsadida avvalroq o‘z nemis pullarini AQSH dollariga almashtirib, Shveytsariya banklariga tophirib qo‘ygan ekan. Elzasser har hafta Bazelga borib, bir haftalik oziq-ovqat va boshqa harajatlar uchun zaruriy mablag‘ni AQSH dollarida hisoblab, uning doych-markadagi ekvivalentini yechib olar va unga harajat qilib kelar ekan. Agar bunda bir kunga kech qolinsa ham, bozor va do‘konlardagi kechagi kungi narx bugungisi bilan mutlaqo mos kelmas va ancha pulga kuyib qolishi mumkin ekan. Shu sababli u pulni bankdan olib chiqa solib, o‘zini to‘g‘ri bozorga urishga va shosha-pisha harajat qilib olishga intilarkan.

Shunga o‘xshash holatga qahramonimiz Maks Plank ham ko‘p bora tushgan. Uning akademik faoliyat yuzasidan amalga oshirishga majbur bo‘lgan xizmat safarlari davomida, ishxonadan olgan safar pullari, bir shahardan ikkinchisiga yetib borgunicha keskin qadrsizlanib, to‘lov qobiliyatini butunlay yo‘qtgan kunlar ham bo‘lgan ekan. U manzilga yetib borgacha, mehmonxonaga va ovqatlanishga to‘lash uchun puli kamlik qilishidan juda ko‘p aziyat chekkan. Ba’zan esa u hamyonida bir dasta puli bo‘lsa ham, lekin o‘shancha pul baribir mehmonxonadagi eng arzon xonaga ham yetmaganligidan, vokzallardagi kutish zallarida tunab qolishga majbur bo‘lgan...

Shunisi hayratlanarliki, shunday chuqur iqtisodiy inqiroz sharoitlarida ham Plank o‘ziga xos bo‘lgan qat’iyat va ilm-fan taraqqiyotiga nisbatan sobitqadamlikni saqlab qolgan. Ko‘pchilik qo‘l siltab ketib qolgan onlarda ham u nemis ilm-fani binosini huvillatib qo‘ymaslikni o‘zining muqaddas burchi deb bilgan. Plank yolg‘iz emas edi. O‘z soatini kutayotgan kashfiyotlarga to‘la bo‘lgan kvant nazariyasi bo‘yicha olamshumul dissertatsiyalar ham aynan o‘sha inqiroz zamonasida yoqlandi. Ulardan biri Gezyenbergning dissertatsiyasi (1923) bo‘lsa, undan ham hayratlanarli ilmiy ishni 1921-1922 yillarda olimlar Shtern va Gerlax amalga oshirishdi. Keksin qiyin iqtisodiy sharoitga qaramay, murakkab ilmiy tajribani mukammal bajarishdi hamda, ilm-fan oldiga yangi kashfiyot – elektron spini[1] bilan chiqib kelishdi.

[1] Spin – zarrachaning kvant xossasi bo‘lib, uni mumtoz fizikadan misol keltirish orqali tushuntirishning iloji yo‘q. Spinni – zarrachaning o‘z atrofida aylanishiga qiyoslab tushintiriladi.

Urushdan keyingi chuqur iqtisodiy tanazzul sabab Germaniya hayotidagi har qanday muassasalar, shu jumladan ilmiy markazalar ham juda og‘ir davrlarni boshdan kechirishdi. Nemis ilm-fanining rahbarlaridan biri sifatida Maks Plank, tanazzuldan kelgan zararni imkon qadar kichiklashtirish va olimlarni ijtimoiy himoya qilish, ularning ilmiy ishlarni to‘xtab qolmasligi kabi muhim masalalarda katta jonbozlik ko‘rsatdi. Fanlar akademiyasi a’zosi sifatida u, Nernst, Gaber va boshqa olimlar bilan birgalikda, ilmiy hujjatlarni saqlash Milliy markazi faoliyatini ham tasarruf qilardi. Ushbu markazning bosh maqsadi – muhim horijiy ilmiy hujjatlardan hech bo‘lmaganda bir nusxa keltirish va ishonchli saqlash bo‘lgan. Tabiiyki bunday ishlar oz mablag‘ evaziga bitmaydi. Ayniqsa milliy valyutaning kun sayin (ba’zan soat va daqiqa sayin) qadrsizlanishi sharoitida, horijiy ilmiy hujjatlarni keltirish deyarli imkonsiz narsaga aylanadi. Plank shunday sharoitda, olmon olimlari olib borayotgan ilmiy ishlarni moliyalashtirish uchun tashqi invsetitsiyalarni jalb etishga e’tibor qaratdi. U o‘zining beqiyos diplomatik qobiliyati orqali, istiqbolli olmon ilmiy loyihalari uchun AQSHning «Rokfeller» fondidan 500000 (besh yuz ming) dollar ehson undirishga erishdi. Qolaversa u orqali Germaniya ilm-faniga Yaponiyalik tadbirkor Xadjime Xoshi hamda, okean ortining yirik konserni bo‘lgan «General Electric» katta sarmoyalar olib kirishdi.

O‘sha zamon olmon olimlarining o‘zaro olib borgan yozishmalariga ham nazar tashlasak (masalan, Plank, Eynshteyn, Born va Zommerfeld va boshqalarning maktublaridan), ularda iqtisodiy tanazzulning ilm-fanga yetkazayotgan ziyoni haqida ko‘p gapiriladi. Lekin, yuksak axloq sohibi bo‘lgan bu insonlar, amalda hech qachon o‘z muammolari haqida bir-birlariga og‘iz ochishmaydi. Shaxsiy iqtisodiy muammolar esa bu davr nemis oilalarining barcha-barchasida, shu jumladan olimlarda ham shubhasiz bo‘lgan...

I-jahon urushi oqibatida Germaniya davlatida yuzaga kelgan mislsiz ulkan inflyatsiya olmon jamiyatining barcha jabhasiga, jumladan ilm-fanga ham o‘zining keskin ta’sirini o‘tkazgan.
Suratda:
Nemis bolalari mislsiz qadrsizlangan doych-marka pachkalaridan piramida yasab o‘ynashmoqda.

Kvant fizikasining shakllanishi va taraqqiyot yo‘liga chiqishining dastlabki davrlarida jahonning nufuzli fizik va kimyogar olimlari tez-tez uchrashib, ilmiy g‘oyalar borasida o‘zaro fikr almashinib turishardi. Solvey kongresslarining falsafasi ham aynan shunday muddao qilardi.

Qahramonimiz Maks Plank ham birinchi (1911) va beshinchi (1927) Solvey kongresslarida ishtirok etgan.

Suratda I-Solvey konressi qatnashchilari.

O‘tirganlar (*chapdan o‘ngga*): Valter Nernst, Marsel Brillyuen, Ernest Solve, Xendrik Lorents, Emil Varburg, Vilgelm Vin, Jan Perren, Mariya Kyuri, Anri Puankare.

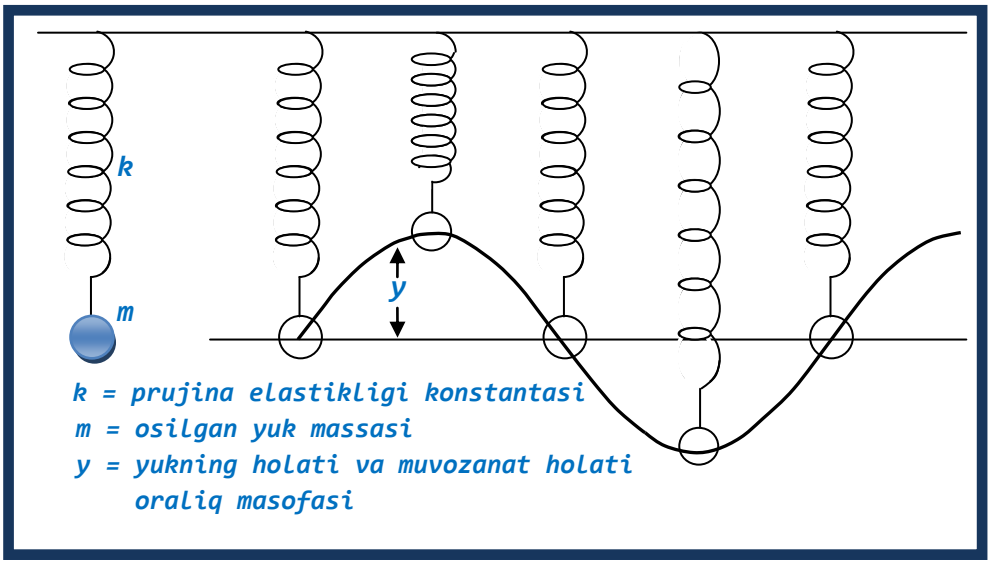
Turganlar (*chapdan o‘ngga*): Robert Goldshmidt, **Maks Plank**, Genrix Rubens, Arnold Zommerfeld, Frederik Lindmann, Moris de Broyl, Martin Knudsen, Fridrix Gazenorl, Georg Xostlet, Eduard Gertsen, Jeyms Jins, Ernest Rezerford, Kammerling-Onnes Xeyke, Albert Eynshteyn, Pol Lanjeven.

Shryodingerning to‘lqin tenglamasini Plank tomonidan ko‘tarinkilik bilan qabul qilinishi

1925 va 1926 yillar davomida nazariy fizika sohasi juda jadal sur’at bilan rivojlandi. Ushbu qisqa – atiga ikki yillik muddat, jahon ilm ayvoniga kvant mexanikasining ikki asosiy ta’riflarini yetkazib berdi. Ulardan birinchisi matritsali mexanika bo‘lsa, ikkinchisi to‘lqin tenglamasi edi.

1925 yil iyunida, atiga 23 yoshda bo‘lgan yosh iste’dodli olim Verner Geyzenberg atom spektrlarining hisoblash qoidalarini ishlab chiqdi. Geyzenberg bilan birga Gyottingen universitetida ishlagan boshqa bir kuchli fizik va matematik olim Maks Born, mazkur qoidalrda matritsa algebrasi bilan uyg‘unlik mavjud ekanligini aniqladi va shu sababli ham ushbu nazariya *matristali mexanika* deb nomlanish oldi. Geyzenberg g‘oyalari falsafiy konseptual asoslangan bo‘lib, unga ko‘ra empirik an’analar, shu jumladan Eynshteynning uslublari ko‘ra fizikada faqatgina to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchashlar orqali olinadigan natijalargina muayyan ma’noga ega bo‘ladi. U shunday fikrga ko‘ra, elektronlarning orbitalari haqida unutish kerakligi, buning o‘rniga esa, qoidalarni elektronlarga aloqador jarayonlar ichidan, kuzatsa bo‘ladiganlairdan izlash kerakligini, masalan spektral tahlillarga e’tibor qaratish joizligini ta’kidlaydi.

Geyzenberg o‘zining matritsali mexanikasini shakllantirishda, o‘lchanayotgan birliklar atom tizimi mexanikasining uzviy bir qismi bo‘lishi lozimligiga tayanadi. Spektroskopiya mutaxassislari spektral chiziqlarning to‘lqin uzunligi va intensivligini o‘lchay oladilar. Olim ushbu chiziqlarning chastotasi va intensivligini hisoblash imkonini beruvchi qoidalar majmuini ishlab chiqdi. Geyzenberg faqat kuzatsa bo‘ladigan kattaliklarga tayanib ish ko‘rish fikrini Eynshteyndan olganligini ta’kidlaganida, nisbiylik nazariyasi muallifi bo‘lmish daho fizik juda ajablangandi. O‘zi ishlab chiqqan qoidalarga ko‘ra Geyzenberg garmonik ossilyatorlarning energetik sathlarni hisoblab topishi mumkin bo‘ldi (quyudagi sxemaga diqqat qiling).



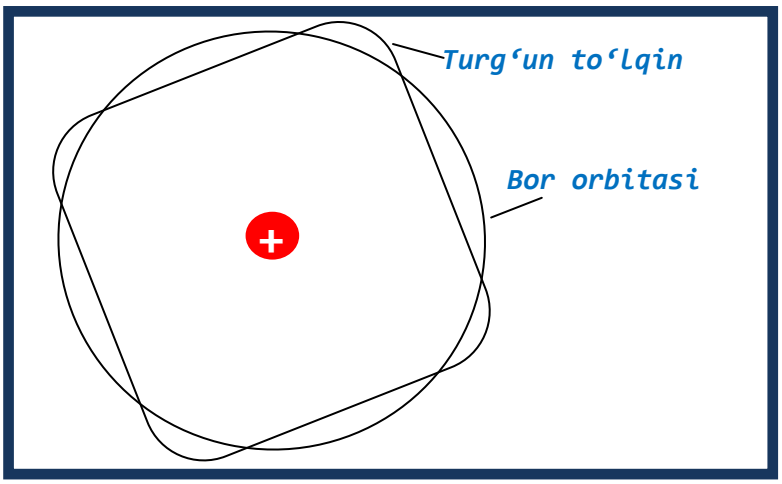
Garmonik ossilyator – muzvozanat holatida qo‘zg‘atilgach, sinusoidal tebranishlar orqali yana muvozanat holatiga qaytuvchi tizim. Geyzenberg kvant garmonik ossilyatorining energetik pog‘onalarini hisoblash imkonini beruvchi tizimni ishlab chiqdi

Avvalgi sahifada so‘ngida ko‘rsatilgan rasmda, yuk osilgan prujinadan iborat tizimning muvozanat holatidan qo‘zg‘atilgada, uning sinusoidal tebranma harakat qilib, yana muvozanat holatiga qaytishi jarayoni tasvirlangan. Geyzenberg ham aynan shunga o‘xshash garmonik ossilyator tizimidan foydalanib, uning energetik darajasini hisoblaydigan qoidalarni ishlab chiqqan edi.

Yana bir yetuk olmon fizigi Volfgang Pauli (1900-1958) Geyzenberg nazariyasi orqali vodorod atomining energetik pog‘onalarini hisoblash imkonini berishini isbotladi. Shu tarzda, kvant mexanikasi vanihoyat kuchli nazariy asos va umumiy tamoyillarga ega bo‘ldi hamda, atom fizikasining istalgan muammolari uchun tadbiq qilinadigan darajaga keltirildi.

Shryodinger nazariyasining shakllantirilishi esa umuman boshqacha yo‘ldan borgan. Shryodinger Geyzenbergdan katta bo‘lib, 1926 yilda u 40 yoshga to‘lgan edi. Uning tayanch nuqtasi sifatida, ikki yil avvalroq, ya'ni, 1924 yilda Belgiyalik olim Lui de Broyl (1892-1987) tomonidan shakllantirilgan korpuskulyar-to‘lqin dualizmini e’tirof etish kerak. Ushbu konsepsiyaning ildizlari Eynshteynning qora jism nurlanishi haqidagi mulohazalariga borib taqalar edi. Unga ko‘ra, yorug‘lik bir vaqtning o‘zida ham zarra va ham to‘lqin xossasiga ega ekanligi ta’kidlanardi. Eynshteyn, Plank qonuni yorug‘lik uchun tadbiq qilinganida, past chastotalarda to‘lqin xossasi uchun, yuqori chastotalarda esa korpuskulyar xossa uchun bajarilishini isbotlab berdi. Kvant gipotezasining markaziy tenglamasi ***E***=***hv***, ushbu xossalar o‘rasida ko‘prik o‘laroq namoyon bo‘ldi. U to‘lqin xossasi – chastota hamda, korpuskulyar xossasi – energiya orasidagi bog‘liqlik mavjudligiga ochiq ishorat berib turardi. Bu ikkala xossa, yorug‘likning har bir kvanti, yoki zarrachasida namoyon bo‘ladi. de Broyl ushbu munosabatni teskari tartibda qo‘llash mumkinligiga e’tibor qaratdi: har bir zarracha bilan materiyaning bitta to‘lqinini bog‘lash mumkin. U zarrachaning to‘lqin uzunligi λ hamda, impulsi ***p***=***mv*** orasida quyidagi munosabat mavjudligini aniqladi.

$$\lambda = \frac{h}{p}$$



Lui de Broyl tomonidan ishlab chiqilgan dualizm konsepsiyasiga ko‘ra, zarrachaga materiyaning to‘lqini muvofiq keladi.

Makroskopik fizika, ya'ni, sayyoralar, tog‘lar va hatto qum zarrasi darajasidagi moddalarni o‘rganadigan fizikada bunday jarayonlarni kuzatishning iloji imkoni umuman yo‘q. Chunki, ***h*** ning qiymati shunchalik darajada kichikki, makroskopik obyekt bilan bog‘liq to‘lqin favqulodda sezilarsiz bo‘ladi. Masalan, 200 $\frac{km}{soat}$ tezlik bilan uzatilgan tennis to‘pining de Broyl to‘lqin uzunligi 10^{-34} metrni tashkil qiladi. Ya'ni, atom yadrosi bilan taqqoslaganda u cheksiz kichik qiymatdir. Biroq, vodorod atomining elektronining to‘lqin uzunligi atomning o‘zining o‘lchamlariga juda yaqin. Shu sababli ham to‘lqin effektlari tennis partiyasi davomida o‘zini namoyon etmasa-da, lekin atom dinamikasida albatta katta sahnaga chiqadi. Aslini olganda, Borga muvofiq atom orbitalari to‘lqin jarayonlari nuqtai nazaridan juda sodda izohga ega: bu shunday orbitaki, ularning uzunligiga butun son miqdoridagi de Broyl to‘lqinlari to‘g‘ri keladi va ular, avvalgi sahifadagi sxemada ko‘rsatilganidek, turg‘un to‘lqinlarni hosil qiladi.

XIX asr fizika-matematikasining eng ilg‘or usullaridan foydalanib, Shryodinger materiyaning istalgan to‘lqini uchun tadbiq qilsa bo‘ladigan tenglama taklif qildi. 1926-yil davomida e’lon qilingan qator maqolalari orqali olim, to‘lqin tenglamasi va uning yechimi bo‘lgan to‘lqin funksiyasi garmonik ossilyator hamda vodorod atomining energetik sathlarini hisoblash uchun tadbiq etishga yaroqli ekanligini isbotlab berdi. Shuningdek u o‘z ishlab chiqqan ta’rif va ifodalar Geyzenbergning ta’rif va ifodalari bilan ekvivalent ekanligini matematik jihatdan isbot;ab berdi.

Maks Plank va Albert Eynshteyn Shryodinger tenglamasini yuqori ko‘tarinkilik bilan qarshi olishdi. Uning qo‘llagan uslublari, Plank va Eynshteynga nisbatan yaqin bo‘lgan fizik-matematik yo‘nalishda bo‘lib, Geyzenberg va Bornlarning mavhum yondoshuvlaridan farq qilardi. Shryodingerga yozga xatlarining birida Plank, «*Sizning maqolalaringizni, xuddi o‘zi urinib-berinim hecham yecha olmagan murakkab boshqotirmaning javobini boshqalardan katta qiziqish va hayajon bilan eshitib olayotgan bolakaydek mutolaa qilaman*» - degan edi.

1927 yilda Maks Plank nafaqaga chiqib ketar ekan, Berln universitetidagi o‘z professorlik lavozimi uchun mutasaddilarga aynan Shryodinger nomzodini tavsiya qilgan. Shryodinger ham Plakning taklifini bajonidil qabul qilgan. Chunki u ishlayotgan Syurix universiteti na iqtisodiy va na ilmiy salohiyatda Berlin bilan raqobatlasha olmasdi. Birinchidan, Berlinda professor lavozimi uchun ikki barobar ko‘proq maosh to‘lanardi. Qolaversa Germaniya poytaxtida o‘z davrining eng nufuzli olimlari – Eynshteyn, fon Laue, Otto Gan, Liza Meytner, Valter Nernst kabi fiziklar faoliyat yuritishardi. Bundan tashqari, endilikda Shryodinger oldida Leyptsigda ishlaydigan Verner Geyzenberg va Gyottingenda ishlaydigan Maks Bornlar bilan ham yanada yaqinroq hamkorlik qilish imkoni tug‘ilgan. Shryodinger nafaqat kuchli fizik va matematik, balki iste’dodli shoir ham bo‘lgan. U o‘zining Berlinga ko‘chib o‘tishi

borasidagi sabablarni she’rga solib izhor etar ekan, Plank taklifiga rozi bo‘lishining bosh omili, iqtisodiy jihat ham, ilmiy imkoniyatlar emas, balki qadrdon do‘sti Maks Plankning «*kelishingdan mamnun bo‘laman*» degan jumlasi bo‘lganligini aytadi.

> War’s nicht um Ruhm, das will ich wohl beschwören.
> Und auch - ich sag es nur mit leiser Scham -
> Auch Gold allein nicht könnte mich betören.
> Den Ausschlag gab ein Wort - aus langen Reihen
> Von Briefen, von Gesprächen, bunt und kraus,
> Verchrungswürdige Lippen sprachcn’s aus,
> Nicht drängend zwar. Ganz kurz: mich tät es freuen.

Ma’nosi: *Meni qarorimga ta’sir qilgan narsa, qilingan iltimos va berilgan va’dalar zanjiri emas; Sizning o‘shanda menga aytgan gaplaringiz ham emas, balki, Sizning «mamnun bo‘laman» degan bir dona so‘zingiz bo‘ldi*.

Maks Plank va Ervin Shryodingerlar nafaqat olim sifatsida o‘zaro ilmiy aloqada bo‘lishardi, balki ular oilaviy yaqin do‘st tutinishgan. Bilmagan odamlar ularning qadrdonligini ko‘rib, yaqin qarindoshlar deb ham o‘ylashardi.

Noaniqliklar tamoyili

Matritsali va to‘lqinli mexanika timsolida, fizik olimlar o‘zaro ekvivalent bo‘lgan va istalgan kvant muammosini hal etish imkonini beruvchi ikkita kuchli nazariy qurolga ega bo‘ldilar. Geyzenbergning matritsali mexanikasi va Shryodingerning to‘lqin tenglamasi atom fizikasi va molekulyar fizikadagi har qanday masalalarni yechish imkoniyatini ochib berdi. Garchi kvant mexanikasi, mumtoz fizikadan nisbatan mustaqil bo‘lgan hamda, bemalol suyanish mumkin bo‘lgan kuchli nazariy asosga vanihoyat ega bo‘lgan bo‘lsa-da, baribir keyingi bir necha yillar mobaynida ularning o‘zaro uyg‘unlik va tafovutli jihatlari borasida keskin ilmiy munozaralar davom etdi. Bunday bahslarda yangi zamon fizikasi, ya'ni kvant nazariyasining barpo etilishida ishtirok etgan barcha-barcha fiziklar, jumladan, qahramonimiz Maks Plank, Albert Eynshteyn, Nils Bor, Arnold Zommerfeld, Verner Geyzenberg, Ervin Shryodinger, Maks Born, Volfgang Pauli, hamda Pol Diraklar faol qatnashishgan. Gyottingenda ishlab, Geyzenberga bilan yaqindan hamkorlik qilgan professor Maks Born tomonidan «*to‘lqinning harakat manzarasi elektronning fazodagi berilgan nuqtaga kelib tushishini ta’minlaydi*» - degan fikr ilgari surilgan edi. Bornning bunday nuqtai nazar atrofida Nils Bor boshchiligidagi ko‘plab fizik olimlar birlashgan bo‘lib, bunday yondoshuv, mumtoz fizika falsafasidan keskin inqilobiy burilishni taqozo etar edi. Chunki Born yondoshuviga ko‘ra, tabiatning fizik konsepsiyasining asosi, mumtoz fizika tayanuvchi determinizm tamoyiliga emas, balki, tasodifiylikka bog‘lanib qolmoqda edi. Borning ushbu g‘oyasi tarafdorlari yo‘lboshchisi bo‘lgan

Borga qarshi munozara maydonining tarigi tarafida, Plank, Eynshteyn va Shryodinger singari nomdor fizik olimlardan iborat konservatik lager bo‘lib, ularni ehtimloiylik, tasodifiylikka asoslangan bunday izoh mutlaqo qanoatlantirmasdi hamda, mumtoz tamoyillardan inqilobiy voz kechish g‘oyasi ham maftun eta olmasdi.

x zarrachasining vaziyatini o‘lchash mumkin bo‘lgan aniqlik Δx va uning impulsini o‘lchash mumkin bo‘lgan aniqlik Δp o‘zaro mustaqil emas.

Verner Geyzenberg, Noaniqliklar tamoyili.

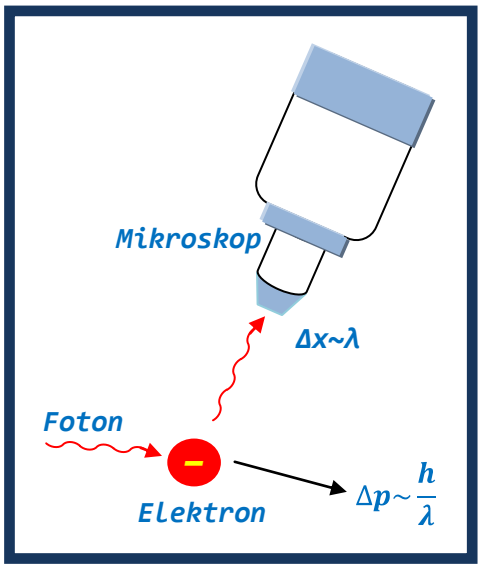
Munozaraning eng markaziy elementi, Verner Geyzenberg tomonidan 1927 yilda o‘rtaga tashalangan noaniqliklar tamoyili bo‘lgan. Geyzenberg bu vaqtda Kopengagenda, o‘z ilmiy hamkori va yaqin do‘sti Nisl Bor huzurida ishlar edi. Uning muallifligidagi noaniqliklar tamoyilini ilmiy jamoatchilik e’tiboriga havola etgan maqola «Kvant nazariyasiga taaluqli kinematika va mexanikaning yaqqol tarkibi haqida» deb nomlangan bo‘lib, unda matritsali mexanikaning fundamental ifodalaridan biri orqali, mazkur mashhur tamoyil keltirib chiqarilgan. Aynan o‘sha maqolada Geyzenberg, o‘zi taklif etayotgan tamoyilni tushuntirish uchun bir nechta fikriy tajribalar keltiradi.

Noaniqliklar tamoyilining eng asosiy xulosasi shuki, zarrachaning ham vaziyatini va ham tezligini bir vaqtning o‘zida mutlaq teng aniqlikda o‘lchay olmaymiz. Masalan biz zarrachaning vaziyati haqida aniq o‘lchashni amalga oshirsak, unda uning impulsini ham shunday aniqlik bilan o‘lchay olmaymiz. Vaziyat haiqda bizga biron narsa ma’lum bo‘lsa, impuls haqida esa aksincha – hech narsa bila olmaymiz. Zarrachaning impulsi – uning tezligining funksiyasi bo‘lgani bois, impuls haqida aytilgan barcha narsa, tezlikka taaluqli bo‘ladi. Ya'ni, biz bir vaqtning o‘zida zarrachaning ham tezligini ham vaziyatini aniq bila olmaymiz. Tezlik haqida o‘lchash natijasi, vaziyatni aniqlash natijasini yo‘qqa chiqaradi va aksincha. Shu tarzda, kvant mexanikasi jism trayektoriyasi konsepsiyasidan voz kechdi. Chunki biz berilgan vaqtda zarrachaning tezligidan bexabar holda, uning vaziyatini o‘lchab olsak, keyingi vaqt momentida esa aksincha, uning vaziyatini aniqlashning imkoni bo‘lmaydi.

Noaniqliklar tamoyiliga ko‘ra, zarrachani kuzatishga kirishish faktining o‘zi, uning borasidagi o‘lchashlar yuzasidan noaniqlikni keltirib chiqaradi. Bu haqiqatan ham shunday. Zero, kuzatish aktining o‘zi kuzatuvchi bilan kuzatilayotgan zarrachaning o‘zaro ta’sirini taqozo etadi. Masalan biz kuzatish ishlarini olib borishda, kuzatilayotgan manbani yoritish uchun yorug‘lik nurlaridan foydalanamiz. Yorug‘lik fotonlari esa, biz kuzatayotgan zarrachalar bilan bir fizik miqyosdagi

zarracha bo‘lgani bois, ular bir-biriga o‘zaro ta’sir ko‘rsatadi. Garchi mumtoz fizikada ham, kuzatishlar kuzatilayotgan tizimni muvozanatdan qo‘zg‘atadi degan ishonch mavjud bo‘lsa-da, harholda nazariy jihatdan bunday qo‘zg‘alishlarni e’tiborga olmasa ham bo‘laveradigan holatlarni tasavvur qilish mumkin. Biz kvant olamidagi qo‘zg‘alishni imkon qadar minimallashtiradigan yoritishni tasavvur qilishimiz mumkin. Lekin bunday tasavvur kvant gipotezasiga mutaloq zid bo‘lib, amalda o‘zini hecham oqlamaydi. Chunki biz kuzatayotgan zarrachaga yo‘nalitira oladigan minimal yorug‘lik miqdori chegaralangan va u kvantga – diskret kattalikka tengdir.

Noaniqliklar tamoyili borasida faraziy tajribalar



Geyzenberg tamoyili quyidagicha yangraydi: x zarrachaning vaziyatini o‘lchahsh mumkin bo‘lgan Δx aniqlik, hamda uning impulsini o‘lchash mumkin bo‘lgan Δp aniqlik quyidagi tenglamaga muvofiq kelishi lozim:

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

O‘zining 1927 yildagi maqolasida Geyzenberg noaniqliklar tamoyilini keltirib chiqarishga doir bir nechta fikriy tajribalarni bayon qiladi. Ular ichida eng mashhuri quyidagisidir: agar biz mikroskopik zarrachaning vaziyatini o‘lchamoqchi bo‘lsak, unda biz uni avvalo yoritishimiz va masalan, mikroskop orqali kuzatishimiz zarur. Lekin bunda, zarrachaning fazodagi egallagan vaziyati haqida axborot beruvchi o‘lchash natijasi, aynan uni kuzatishda qo‘llangan yorug‘lik nurining to‘lqin uzunligidan uzun bo‘lishi mumkin emas, ya'ni,

$$\Delta x \sim \lambda$$

Yorug‘lik esa, o‘zi ham zarrachalardan tashkil topgandek xossaga egaligi bois, $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ ga teng impulsga ega bo‘ladi (tashiydi). Uning tekshirilayotgan zarrachaga borib urilib, to‘qnashuvi sodir bo‘lganida, o‘z impulsining noma’lum miqdorini o‘sha zarrachaga uzatadi. Bundan:

$$\Delta p \Delta x \sim \lambda \frac{h}{\lambda} = h$$

Bundan kelib chiqadiki, zarrachani kuzatish faktining o‘zi, uni muvozanat holatidan qo‘zg‘atadi va o‘chashlardagi noaniqliklarni keltirib chiqaradi.

Plank, Eynshteyn hamda, natsistlar Germaniyasi yahudiylari

XX asr boshi Yevropasida anitesemitizm juda ildiz otgan bo‘lin, xususan eng kuchli fizik olim ekanligiga qaramay, hatto Eynshteyn ham, Shveytsariyada, Bernda yashagan vaqtida millatchilik kayfiyatidagi kimsalarning doimiy ta’qibi ositda bo‘lgan. Syurix universitetini arxividan olingan yozishmalardan birida, Eynshteynni professor lavozimiga tayinlash masalasi muhokama qilingan. Unda Eynshteyn ko‘rsatgan xizmatlardan tashqari quyidagilar ham qayd qilib o‘tilgan:

> «*Gerr doktor Eynshteyn yahudiy. Va xarakterning ko‘plab salbiy xususiyatlari aynan yahudiylarda mujassamlashgani (bejizga emas albatta) ta’kidlanadi. Chunonchi: o‘zgalar ishiga tumshug‘ini suqish, bezbetlik, hamda, ilmiy vazifalarga nisbatan ham, xuddiki bozordagi rasta xo‘jayini singari munosabatda bo‘lish shular jumlasidandir. Aytish joizki, yahudiylar ichida ham o‘zining salbiy xususiyatlarini namoyish qilmaydiganlari topiladi*».

Yaxshiki, mazkur qaydda shuningdek, universitet ichki siyosati uchun antisemitizm g‘oyalarini birinchi navbatga qo‘yish munosib ish emasligi ta’kidlanadi. Eynshteynning xizmatlari esa, u bilan professorlik shartnomasi tuzish uchun yetarli deb hisoblanadi 1909 yilning 15-oktyabr sanasidan e’tiboran u Syurix universitetining professori etib tayinlaadi.

Natsistlar Germaniyasida antesemitizm g‘oyalari jamiyatda umumiy ijtimoiy aqldan ozish bilan uyg‘unlashib ketdi. Germaniyada sog‘lom fikrli, teran tafakkurga tayanuvchi, millatchilik va vatanparvarlik orasidagi nozik chegarani ilg‘ay oluvchi odamlar juda kam qoldi. Hatto o‘qimishli ziyolilar orasida bunday illatni qoralovchi shaxslarni uchratish mahol bo‘lib qoldi. Millatchilik va ayirmachilik bombasining portlashidan keyingi manfur oqibatlarni oldindan ko‘ra bilgan va bunga qarshilik qilishga uringan insonlarni esa, vatan hoini sifatida qoralab, ommaviy oshkora sazoyi qilishga o‘tildi. Ularning mol-mulki musodara qilinib, oilalari surgun qilina boshladi. Bu vajga ko‘ra, aslida millatchi bo‘lmagan, ko‘ngli toza kishilar ham, vijdon chaqirig‘iga ters borib, o‘zlarini o‘sha natsistlardek ko‘rsatishga majbur bo‘lishardi. 1933 yilda hokimiyat tepasiga fashistlar kelishidan oldingi so‘ggi o‘n yillikda mamlakatda millatchilik kayfiyati favqulodda keskin kuchaydi. Nemislar o‘zlaridan boshqa millat vakillarini odam o‘rnida ko‘rishmasdi. Ular slavyan xalqlariga va ayniqsa yahudiylarga nisbatan beayov munosabatda bo‘lishardi. Bu narsa jamiyatda katta obro‘ga ega bo‘lgan yetuk olimlar orasida ham ko‘zga tashlangani achinarli. Yuqorida yodga olib o‘tilgan yoxannes shtarkdan tashqari, yana bir kuchli fizik olim, Nobel mukofoti laureati filipp lenard[1] ham keskin millatchi va tajovuzkor kimsa edi.

[1] Bu olimlar ismi-sharifi ataylab kichik shrifda yozildi. Zero millatchilik qiluvchi har qanday oda, hatto u kuchli olim bo‘lsa ham, oddiy insoniy hurmatga mutlaqo loyiq emas – *tarjimon izohi*.

Bu – ilm fanni kemiruvchi kalamushlar uyasidir.

Eynshteyn va uning g‘oyalarini qo‘llab-quvvatlovchilarga nisbatan, nemis millatchi olimlarining umumiy bayonotidan.

XX-arsning 20-yillari o‘rtalariga kelib, bu ikki yaramas olimlar yanada keskin, favqulodda radikal millatchiga aylanishdi. Ular olmon ilm-fani ichki muhitidagi nufuzli ilmiy unvonlarga, lavozimlarga erishish yo‘lida, millati nemis bo‘lmagan olimlarni har qanday yo‘l bilan chetga surib tashlab, ularning o‘rnini egallashdan ham tap tortishmagan. Prussiya fanlar akademiyasining doimiy bosh kotibi lavozimida ishlagan, hamda, kayzer Vilgelm nomidagi ilmiy jamiyatga raislik qilayotgan, shuningdek, ko‘plab ilmiy muassasalarning a’zosi bo‘lgan, umuman olgan zamona nemis ilmi saroyining me’morlaridan biri bo‘lgan qahramonimiz Maks Plank ham bunday holatda jim qarab tura olmas edi.

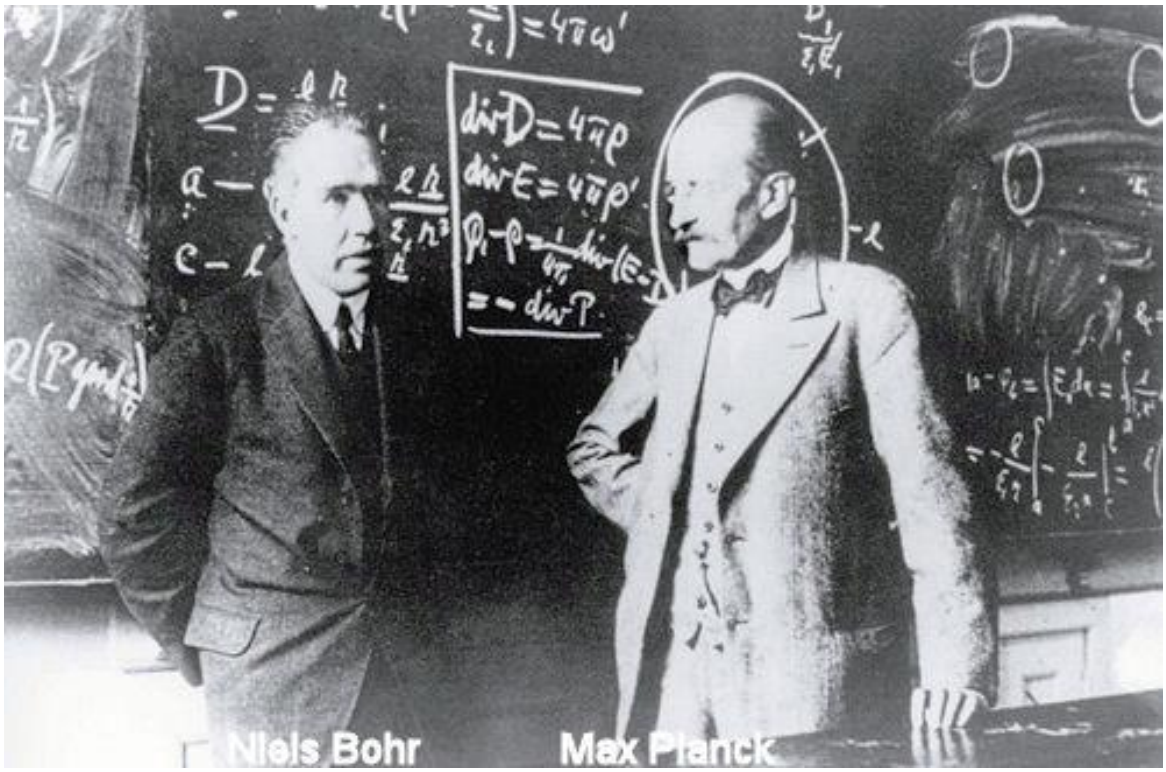
Maks Plank fundamental fanlarni jamiyatning va davlatning umumiy taraqqiyotini uchun asosiy negiz garov deb qarardri. Shu sababli u har qanday ilmiy sohada faoliyat yurituvchi olimlarni, ularning millati, dini, hamda siyosiy qarashlaridan qat’iy nazar, himoya qilishga intilar edi. U ayniqsa nazariyotchi fiziklar uchun, xususan, Geyzenberg, Shryodinger, fon Laue va albatta Eynshteyn uchun ko‘p qayg‘urgan. Bu jihat esa uning o‘ziga nisbatan ham nemis akademik olamidan ichki dushmanlar orttirib olishiga sabab bo‘ldi. shtark va lenard, Plankning yahudiy olimlarni, xususan, Eynshteyn va Liza Meytnerlarni qo‘llab quvvatlaganini dastak qilib olib, uni davlat siyosatiga teskari tashviqot yuritishda ayblab chiqishdi va bu orqali Plankning nemis ilm-fanidagi obro‘sini pasaytirishga, uning ta’siridah xalos bo‘lishga urinishdi (balki uning o‘rnini egallashni ham ko‘zlashgandir?!). Shuningdek ular yahudiy olimlarini Plank himoyasidan mosuvo qilish uchun qo‘llaridan kelgan barcha pastkashliklarni bajarib ko‘rishdi. Ular o‘z atroflariga bir guruh g‘arazli kimsalarni to‘plab, antisemitizm g‘oyalarini ilmiy asoslab berishga harakat qila boshlashdi va nisbiylik nazariyasini «yahudiycha muttahamchilik fani» deb atab, Eynshteynni o‘zini esa siyosiy ta’qib ostiga olinishini talab qilishga o‘tishdi.

1922 yilda Maks Plank olmon tabiatshunoslari va vrachlari jamiyati raisi sifatida, mazkur jamiyatning yillik yig‘inida nisbiylik nazariyasi bo‘yicha ma’ruza qilib berishi uchun, Albert Eynshteynni taklif qildi. Shu tarzda Plank Eynshteynni va uning nisbiylik nazariyasini qo‘llab-quvvatlashni maqsad qilgan edi. Biroq u istagan ma’ruzai o‘tkazishning imkoni bo‘lmadi: 24 iyin sanasida Eynshteynning yaqin do‘sti va Veymar Respublikasi tashqi ishlar vaziri bo‘lgan Valter Ratenau o‘ldirib ketildi. Ratenauning o‘ldirilishiga sabab, shunchaki uning bobosi tomonida yahudiy millatiga aloqador ekanligi bo‘lgan. Qotillikni esa radikal millatchilik kayfiyatidagi nemis harbiy ultarnatsionalistlari amalga oshirishgan. Axmoqgarchilikning rag‘bati sifatida, keyinchalik Adolf Gitler, Ratenau qotillariga haykal qo‘yishga buyruq ham bergan.

Maks Plank o‘z davrining barcha buyuk olimlari bilan do‘stona ilmiy aloqalar olib brogan. Ular qatorida Albert Eynshteyn ham alohida o‘rin tutgan.

Yuoqrodagi rasmda: 1929 yil 28-iyul. Plank Eynshteynga Maks Plank medalini topshirmoqda.

Pastdagi rasmda: Maks Plank va Nils Bor Kopengagenda. 1930 yil.



Plank rejalashtirgan ma’ruza amalga oshmasligi ma’lum bo‘lgach, nisbiylik nazariyasi bo‘yicha ma’ruza qilish uchun Eynshteyn o‘rniga Maks fon Laueni taklif qiladi. Lekin u asl nemis bo‘lishiga qaramay, ma’ruza baribir natsistlarning bosimi ostida, antisemitizm hamda millatchilik tashviqotlari bilan yo‘g‘rilgan tarzda o‘tdi. Ma’ruza zaliga kiraverishda fanatik natsist faollari, millatchi olim lenard tomonidan imzolangan va antisemitizmga targ‘ib qiluvchi mazmundagi matn va karikaturalar bilan ishlov berilgan varaqalar tarqatishdi. Unda nisbiylik nazariyasi – yahudiylarning o‘ylab chiqargan uydirmasi ekani va u asl nemis kishisi uchun qabul qilib bo‘lmaydigan yot g‘oya ekanligi ta’kidlangan.

Lekin bu hali holvasi edi. Natsistlar hokimiyatni qo‘lga olishgach, millatchilik yanada favqulodda keskin tus oldi. gitler hukumatni egallagan vaqtda Eynshteyn AQSHda bo‘lib turgan edi va vatanida yuz bergan siyosiy o‘zgarishlardan xabar topgach, Germaniyaga qaytmaslikka qaror qildi. Lekin bu bilan natsistlar Eynshteynni ta’qib qilishdan tiyilishmadi. Yangi tarkibdagi fashistik hukumatning madaniyat va ta’lim vaziri sifatida ish boshlagan shaxs, fanlar akademiyasiga talabnoma yo‘llab, Eynshteynni barcha akademik unvonlardan mosuvo qilinishini va fanlar akademiyasi a’zoligidan chetlashtirilishi kerakligini talab qilgan. Garchi bu paytda Eynshteyn allaqachon butun dunyoga dong‘i ketgan mashhur olim bo‘lib tanilib ulgurgan hamda, uning nufuzi aslida nemis fanlar akademiyasi uchun katta orbo‘ bo‘lgan bo‘lsa ham, lekin fashistlarning uni badnom qilishlari uchun, uning millati nemis emasligi kifoya edi. Shu tarzda Plank o‘ta qiyin va murakkab bo‘lgan davr - natsistlar rejimi bilan murosa yoki ixtilof orasidagi tanlov davri boshlandi. U aslida o‘ta konservativ ruhda tarbiya topgan asl millatparvar nemis edi. Yoshlik yillarida milliy g‘oya va monarxiya g‘oyalari bo‘yicha targ‘ibotchilik ishlari bilan ham shug‘ullangandi. Aytish mumkinki, u asl nemis mentaliteti suyak-suyagigacha singib ketgan millatparvar shaxs bo‘lgan. Shu sababga ko‘ra u avvaliga nemis millatini oliy irq deb e’lon qilib, faqat nemislarnigina inson o‘rnida ko‘ruvchi, boshqa millatlarga esa past nazar bilan qaraydigan natsistlar rejimiga xayrixoh bo‘lgan bo‘lsa ehtimol. Balki shu sababdan u avvaliga bu manfur rejim bilan ochiqchasiga kurashmagandir. Biroq u, bunday noma’qul siyosat Germaniyada yashovchi nafaqat alohida millatlarning, balki butun nemis jamiyatining boshiga kulfat bo‘lishi, mislsiz balolarga giriftor qilishini his etgan, oldindan ko‘ra bilgan. U yangi fashistik hukumat yahudiylarga nisbatan beshavqat adolatsizlik qilayotganini yaxshi anglardi va bundan avvalo nemis ilm-fani jabr ko‘rishidan qattiq iztirob chekardi. Plank uchun ardoqli bo‘lgan olimlardan nafaqat Eynshteyn, balki Liza Meytner va Maks Bornlar hamaslida yahudiy millatiga aloqador edilar. Maks Plank esa, agar olmon ilm-fani olamidagi o‘z yetakchilik va rahbarlik nufuzini yo‘qotadigan bo‘lsa, uning o‘rniga kelishi mumkin bo‘lgan millatchi olimlar – lenard va shtarklardan bundan ham battarini kutish mumkinligi yaxshi fahmlardi. Ular o‘zlarining antisemitizm va fanatik radikal millatchilik bilan yo‘g‘rilgan g‘ayriinsoniy tushunchalari orqali, nemis akademik olamidan nafaqat yahudiy olimlarni, balki shunchaki nemis bo‘lmagan,

boshqa millat vakillarini ham quvib solishiga shubha qilmasdi. Bu esa, Germaniyaning ilmiy texnikaviy va sanoat salohiyati uchun tiklab bo‘lmas yo‘qotish bo‘lishi aniq edi.

Shu tarzda Plank, natsistlar rejimiga qarshi mo‘tadil kurashuvchi o‘rta pozitsiyani tanlashga majbur bo‘ldi. Balandparvoz manifestlarga qo‘shilmaslik (uning xotirasidan hali axmoqona «93-lar manifesti» ko‘tarilmagan edi) hamda, natsistlar siyosatini ma’qullamaslik uning asosiy fuqarolik pozitsiyasiga aylandi. Amalda qaror topgan jinoiy rejim, ya'ni, gitlerning fashistlar diktaturasiga qarshi esa, yashirincha, parda ortidan kurashishga kirishdi. U radikal millatchilarning nemis ilm-faniga yetkazayotgan zararini imkon qadar minimallashtirishga harakat qilardi. 30-yillar o‘rtalariga kelib nemis jamiyatida ikkiyoqlamalik yuzaga keldi. Bular: natsistlar rejimidan jabr ko‘rgan va uning zulmlariga chiday olmayotgan, lekin bo‘ysunishga majbur bo‘lgan aholining katta qismidan iborat birinchi qatlam; hamda, natsitlarning fanatik millatchilik siyosatini ma’qullovchi, Germaniyaning I-jahon urushidagi yo‘qotishlari va sharmandali mag‘lubiyati uchun, yangi hukumat boshchiligida o‘ch olinishidan umidvor ikkinchi qatlamlar bo‘lgan. Plank birinchi qatlamga mansub bo‘lib, o‘zining jamiyatdagi erishgan obro‘si va nufuzining kuchi bilan ushbu toteng kurashda ayrim kichik g‘alabalarga ham erishdi.

Mening begunoh va himoyasiz millatdoshlarimi yo‘q qilish uchun e’lon qilingan makkorona urush, meni dunyoda qo‘limdan kelgan barcha ishni tarozining o‘zim tarafdagi pallasiga tashlashimga majbur qilimoda.

Eynshteyn o‘zining Prussiya fanlar akademiyasidan chiqishi haqidagi maktubida Plankka bayon qilganlari.

Eynshteynga qaratilgan ayirmachilik siyosati yuzasidan aynan u qaror qabul qilishi kerak edi. Bitta qaror va imzo bilan u, Eynshteyn darajasidagi nufuzli olimni o‘z safidan quvgan fanlar akademiyasi raxbari sifatida sharmanda bo‘lish yoki, uning sha’ni uchun kurashib, qaltis siyosiy vaziyatda yahudiy olimni yonini olgani uchun juvonmarg bo‘lib ketishi ham mumkin edi. Bunday chigal vaziyatda Plank hiyla ishlatishga majbur bo‘ldi. U Albert Eynshteynga xat yo‘llab, Prussiya fanlar akademiyasidagi o‘z o‘rnidan ixtiyoriy voz kechishni taklif qildi. Bu orqali u akademiyadagi ichki muhitni saqlab qolishga va boshqa olimlarning noroziligini minimallashtirishga uringan edi. Eynshteyn Plank aytganidek qildi va o‘z ixtiyoriga ko‘ra akademiya a’zoligidan voz kechib, iste’fo e’lon qildi. Bu haqida eshitgan fashist madaniyat va ta’lim vaziri, juda qattiq jazavaga tushib asabiylashgan ekan. Chunki u Eynshteynni oshkora ravishda akademiyadan quvib sharmanda qilishni hamda, bu orqali antisemitizm uchun o‘ziga xos reklama uyishtirishni ko‘zlagan edi. Plankning ishlatgan hiylasi uning ushbu makkorona rejasiga to‘sqinlik qildi. Garchi bu holat Plankning haq bo‘lib chiqqanini tasdiqlasa ham, lekin Eynshteyn va boshqa

yahudiylar uchun, u – himoya qilish o‘rniga murosasozlikka o‘tib olgan chorasiz kimsa o‘laroq namoyon bo‘ladi. Eynshteyn Plankning o‘ziga nisbatan hech qanday shaxiy husumati yo‘qligini bilardi. Fashistlar siyosati uning hayotini ikkita qarama-qarshi qismga bo‘lib qo‘yganini ham yaxshi tushunardi. Garchi Eynshteyn iudaizm diniga mutlaqo e’tiqod qilmagan va yahudiy millatining diniy hamda milliy an’analaridan yiroq shaxs bo‘lgan bo‘lsa-da (aytish mumkinki u faqat rasmiy hujjatlarga ko‘ra yahudiy bo‘lgan xolos, turmush tarzi va tushunchalari o‘rta statistik nemisdan mutaloq farq qilmagan), u bilan yuz bergan holat, Germaniyada yashovchi boshqa olimlarni ham o‘z milliy kelib chiqishi haqida qayg‘urishga majbur qildi.

Plank hamda, natsistlar orasidagi ziddiyatning boshqa bir yaqqol ko‘rinishi Frits gaberning vafotidan keyin sodir bo‘ldi. 1933 yilda fashistlar hukumati, kelib chiqishiga ko‘ra oriylar irqiga mansub bo‘lmagan har qanday davlat xizmatchisini ishdan bo‘shatish haqida qonun qabul qilishdi. Lekin ushbu qonunning bir o‘ziga xosligi bo‘lib, unda mazkur hujjat I-jahon urushi davomida Germaniya tarafda jang qilgan va kelib chiqishiga ko‘ra oriylar irqiga mansub bo‘lmagan amaldorlarga tadbiq etilmasligi ko‘zda tutilgandi. Shuningdek, hozirda davlat xizmatida bo‘lgan va otasi yoki onasi tomonidan birorta yaqin qarindoshi Germaniya armiyasi safida xizmat qilgan boshqa millat vakillari ham qonunda istisno qilingan edi. Shunga muvofiq, Gaber ham istisnoli tariqaga mansub edi, chunki uning I-jahon urushi yillarida nemis armiyasi uchun ko‘rsatga xizmatarini hatto fashistlar ham e’tirof etishardi. Biroq u o‘zi uchun berilgan imtiyozdan voz kechdi. U o‘z bayonotida: xodimlarni doimo faqat malaka va iste’dodiga qarab tanlagani va odamning ijtimoiy kelib chiqishi, milliy mansubligi uni hech qachon qiziqtirmaganligini, qolaversa, endi yosh bir joyga borib qolganida, hayotiy tamoyillarini o‘zgartirish vaqti emasligini ta’kidlangan. Shu vajga ko‘ra, Gaber Germaniyani tashlab chiqib ketdi. Bu esa, nemis fanatik millatchilari orasida unga nisbatan beayov radikal tahsviqot avj olishiga olib keldi.

Frits Gaber uzoqqa bormadi. U o‘zi siyosiy boshpana topgan Shveytsariyada mamlakatida infarktga duchor bo‘ldi va uning asoratlari tufayli vafot etdi. Maks fon Lauening taklifiga ko‘ra, Plank kayzer Vilgelm ilmiy jamiyatida, barcha olimlar ishtirokida Gaber xotirasi uchun maxsus yig‘in-marosim tashkillashga qaror qildi. Davlat xizmatchilarining ushbu marosimga qatnashishi madaniyat va ta’lim vazirligi tomonidan ta’qiqlanganiga qaramay, zal odamlar bilan liq to‘ldi. Xotira marosimida xalqaro jurnalistlar, hamda, davlat xizmatchilari nomidan ularning oila a’zolari qatnashib, marhum olimni munosib tarzda yodga olishdi. Ushbu jarayon, amaldagi mavjud rejim siyosatiga zid bo‘lgan ochiqdan-ochiq bo‘sunmaslik akti bo‘lgan dyish mumkin. Bu marosim shtark va lenardlar tomonidan Plank va fon Lauega qarata yana ta’na toshlari otilishi uchun asos bo‘lib xizmat qildi.

Bir tarfda Plank va fon Laue, ikkinchi tarafda shtark va lenardlar bo‘lgan ochiq ziddiyat, 30-yillarning oxirigacha, aniqrog‘i, shtarkning o‘zi ishongan natsistik

hukumat tomonidan egallab turgan lavozimiga layoqatsiz deb topilib, ishdan boʻshatib yuborilgunicha davom etdi. Lekin bu bilan qarama-qarshilik susayib qolmadi. Plank va fon Lauelarning koʻkragiga faqat II-jahon urushi tugab, fashistlar diktaturasiga barham berilgach shamol tegdi.

Hukumat tepasida natsistlar turar ekan, Eynshteyn va uning muallifligidagi har qanday ilmiy ishni, shu jumladan olamshumul nisbiylik nazariyasini ham qat'iy senzura bilan cheklab qoʻyishdi. Biroq, shunday qaltis vaziyatda ham, Plank hamda fon Laue nisbiylik nazariyasi haqida bir necha bora ilmiy ma'ruzlar qilishga muvaffaq boʻlishdi. Bunda ular ehtiyotkorlik yuzasidan nisbiylik nazariyasining muallifi haqida ogʻiz ochmaslikni ma'qul koʻrishgan. Masalan, fon Laue 1942 yilda fizikaga doir kitob yozayotgan vaqtda, plank unga tegishli maslahat yoʻl-yoʻriq koʻrsatar ekan, nisbiylik nazariyasi haqidagi bobda Eynshteynni tilga olmaslikka chaqiradi. Fon Laue ustozi aytgandek qiladi. Lekin bu qadam unga keyingi koʻplab horijiy chiqishlarida ta'na qilishlari uchun asos boʻlib qoldi.

Bu kabi, sirtdan qoʻrqoqlikka oʻxshab koʻrinadigan hatti-harakatlardan tashqari Plank ba'zan, qat'iyat va jur'at bilan ayrim keskin qadamlarni ham tashlab turardi. Gaber xotirasi bilan bogʻliq marosimdan tashqari uning yana bir shunday dadillik bilan qilgan bayonotini esalb oʻtish oʻrinlidir. II-jahon urushi eng avjiga chiqib, fashistlarning blitskriglari keng koʻlamda muvaffaqiyat keltirayotgan bir paytda, Maks Plank nemis-fashist ofitserlari klubida chiqish qilar ekan, Eynshteynni jahon ilmiy tafakkurining eng ilgʻor namoyondasi sifatida yodga olib oʻtadi. Aynan oʻsha chiqishdan keyin, natsistlar Plank uchun ham, har qanday ma'ruzalar bilan chiqish qilishga ta'qiq joriy etishgan.

Bunday mardonavor chiqishdan va unga nisbatan joriy qilingan ta'qiqdan keyin, Plankning obroʻsi bir yoqlama keskin tushib ketdi. Bundan uning dushmanlari behad xursand boʻlishdi. Natsist amaldorlari keyingi bir necha yil davomida Plank ham kelib chiqishiga koʻra yahudiy ekanligi haqida gap tarqatishdi. Bunda ham shtark va lenardlarning qoʻli boʻlgan boʻlsa ajab emas. Qaysidir bir radikal antisemit millatchi olim esa, Plank vujudida oqayotgan qonning $\frac{1}{60}$ qismi yahidiy qoni ekanini ham hisoblab chiqqan ekan. Fashistlarning yetakchilaridan biri Gebbels ham ochiq bayono berib, Plankning mavjud davlat rejimini juda sust va erinchoqlik bilan qoʻllab-quvvatlayotganlikda aybaldi. Boshqa tarafdan olib qarasak, kelib chiqishiga koʻra yahudiy boʻlgan mashhur fizik Emil Varburgning qizi, fiziologiya boʻyicha Nobel mukofoti laureati Otto Varburgning singlisi boʻlgan Lotta Varburgning bir qaydini ham eslab oʻtish lozim. Lotta Varburg Plankning chiqishlaridan birida nemis ilm-fanini qoʻllab-quvvatlayotganligi uchun gitlerga minnatdorchilik bildirganiga guvoh boʻlgan ekan. Bundan qattiq ranjiga Lotta oʻz kundaligida quyidagicha qayd qoldirgan:

«*Dahahstli yolg‘on!* [...] *Plankni nomini tilga oluvchi har qanday kishi uni haqg‘oy halol odam deb ataydi. Hayotining so‘gigacha u halol va xolis, o‘z hayotiy tamoyillariga sodiq inson niqbini taqib yuradi. Uning so‘nggi yillardagi mislsiz qo‘rqoqligi va xarakterining bo‘shligigi singari salbiy jihatlari bilan liq to‘la hayotining haqiqatini hech kim bilmaydi. Hech kim...*»

Paradoksal vaziyat, to‘g‘rimi? Shunisi qiziqki, Lotta Varburgning otasi Emil Varburg, aynan Plankning da’vosi va sa’y-harakatiga ko‘ra, 1933-yilgi qonun istisnosi doirasiga tushib, kayzer Vilgelm nomidagi Biokimyo Instituti direktori lavozimini, umrining oxirigacha saqlab qolgan edi.

Balki, ayni satrlarni mutolaa qilayotgan aziz kitobxon Plank shaxsiga nisbatan o‘z mustaqil bahosini berishga uriib ko‘rar? U qo‘rqoq bo‘lganmi? U aslida haqiqatan ham halol va haqg‘oy odam bo‘lganmi? Hozirda bizga o‘tmish haqida so‘z yuritib, o‘sha paytda yashagan kishilarning harakatlari yoki harakatsizliklariga baho berish oson. Biz tarix kitoblari, kino va hujjatli filmlar hamda, boshqa-boshqa ko‘plab manbalar orqali o‘sha manfur fashistik rejimning butun insoniyatga qarshi qilgan jinoiy hunrezliklarini yaxshi bilamiz. Millatchilikning eng katta balolaridan xabardormiz. Lekin, shuni unutmaslik kerakki, bunday ifloslikiar, jinoyat va hunrezliklar haqida hozirgi tinch-sokin zamonda oyoq uzatib o‘qib yotish boshqa narsa, quturib ketgan vahshiy yirtqichdek o‘ngu-so‘ldan na’ra tortib kelayotgan o‘sha manfur rejimli fashistlar hukumati bayrog‘i ostida 13 yil yashab, ko‘z o‘ngida sodir bo‘layotgan adolatsizliklar, terror, hamda, bashariyatga qarshi qilinayotgan jinoyatlarga chidab, ta’qib, bosim va ayblovlar zanjiriga bardosh berib hayot kechirish mutlaqo boshqa narsa. Urush tugab, fashizm balosidan qutulgach, 1946 yil 17-iyun kuni Gyottingenda qilgan ma’ruzasida Plank quyidagi gaplarni aytgan edi:

«*Ba’zan axloq va samimiyat standartlarini chetlab o‘tish yoki ularga nisbatan yengil-yelpi munosabat bo‘lish holatlari uchrab turadi va bu narsa nafratga loyiqdir* [...] *Bunday yondoshuv asosida haqiqatdan yiroqlashganlik uchun, bu tarzda o‘zini oqlaydiganlar bilan hech qanday sharoitda hech qanaqasiga murosa qilib bo‘lmaydi. Ushbu axloqiy me’yorlarni buzish uchun hech qanday bahona asos bo‘la olmaydi. Hattoki vaqtinchalik, kechiktirib bo‘lmas moddiy ehtiyoj uchun ham bunday qilish yaramaydi. Bilib turib, ongli ravishda bu ishga qo‘l urgan kimsa, o‘z mol-davlatini kulini o‘zi ko‘kka sovurayotgan aqlsiz kishiga o‘xshaydi. Bunday qilgan odam, ertami, kechmi, o‘zi o‘ylamay qilgan ishining kasofatiga qoladi*».

Axloq me’yorlari va samimiyat, hamda xolislik haqida shunday gapirayotgan odam, haqiqatan ham vijdoni toza va mard inson bo‘lishi kerak, yoki, ikkiyuzlamachi, munofiq shaxs bo‘lishi kerak. Plank haqida esa, munofiq yoki, ikkyuzlamachi bo‘lgan deyish qiyin...

gitler jazavasi

Maks Plank 1933 yilning 16-may sanasida, yaqindagina hukumat boshligʻi sifatida ish boshlagan adolf gitler bilan uchrashdi. U yahudiylarga qarshi qaratilgan millatchilik siyosati, nemis ilm-fani uchun tiklab boʻlmas ogʻir talofot yetkazishini tushuntirmoqchi edi. Plank bu uchrashuv haiqda keyinchalik oʻz hamkasblariga soʻzlab bergan. Uning aytishicha, yahudiylar haqida gap ochilgach, gitler avvaliga bosiqlik bilan, hotirjam ohangda, yahudiylarga nisbatan hech qanday shaxsiy gʻarazi yoʻqligini ta’kidlagan. Keyin esa, u barcha qatori yahudiylarni ham albatta himoya qilishi haqida toʻxtalib, oʻzining faqat komunistlarga qarshi ekanini aytgan. Shundan soʻng, oʻz ogʻzidan «komunistlar» soʻzi yangrashi hamonoq u tutoqib keta boshlagan va asta-sekinlik bilan ovozini balandladib, avval, hamma yahudiylar yoppasiga komunist ekani, komunistlarni esa yoʻq qilish lozimligini aytib baqira ketgan ekan. Shundan soʻng u xuddi telbalardek jazavaga tushib, yahudiylardan nafratlanishini, ularni himoya qilmoqchi boʻlganlarni ham, shu jumladan Plankdek nufuzli olimlarni ham ayamasligi aytib qichqirgan. Eynshteyn bu haqidagi xotiralarda, gitler Plankni hatto konsentratsion lagerga badargʻa qilmoqchi ham boʻlgani haqida yozgan.

Oʻsha vaqta Geyzenberg Leyptsig universitetida professor boʻlib ishlardi. Aynan 1933 yilda yahudiy millatiga mansub oʻqituvchilarning ommaviy ravishda ishdan boʻshatilishi boshlandi. Leyptsigda professor Levi ismli kuchli matematik olim ishlardi va u ham yahudiy boʻlgan. Geyzenberg hamda butun universitet jamoasi Levini qattiq hurmat qilishardi. Ushbu olimning hukumat tomonidan majburiy ishdan boʻshatilishi, universitet mehnat jamoasida keskin norozilikni keltirib chiqardi. Qattiq ranjigan Geyzenberg hamda unga maslakdosh boʻlgan yana bir necha ilmiy xodimlar ommaviy ravishda ishdan iste’fo berish orqali, yuritilayotgan axmoqona siyosatga qarshilik qilishmoqchi boʻlishdi. Lekin, ishdan boʻshash haqida ariza yozishdan avval, Geyzenberg Berlinda, Plank huzurida mehmon boʻlib, koʻpni koʻrgan qariya hamkasbidan maslahat soʻraydi. Geyzenbergning aytishicha, bu vaqtda allaqachon yoshi 75 dan oʻtgan gerr professor Plank, diqqatchilikdan juda zada boʻlib, nihoyatda horgʻin qiyofada, kuchli ruxiy zoʻriqishlar tufayli oʻta achinarli ahvolda qolgan ekan. Plank Geyzenbergga gitler bilan boʻlib oʻtgan uchrashuv suhbat haqida soʻzlab beradi. Geyzenberg oʻsha kuni Plankning aytgan gaplari haqida oʻz qaydnomalarida quyidagilarni yozib qoldirgan:

> «*Qoʻrqamanki, Sizga men hech qanday tayinli maslahat bera olmayman. Men Germaniyaning va u bilan birga oliygohlarning kulfatdan qutilib qolishi ehtimoliga umid qolmadi. Siz menga Berlindagidan ham battar boʻlayotgan Leyptsigdagi rasvogarchiliklardan soʻzlab berishingizdan avval, men sizga bir necha kun oldin gitler bilan boʻlib oʻtgan suhbatim haqida aytib bermoqchiman. Men unga, yahudiy oʻqituvchi va olimlarga qarshi qaratilgan ommaviy ishdan boʻshatish tadbiri tufayli, nemis ilm-fani hamda,*

universitetlariga qay darajada katta talofot yetishini tushintirishga muvaffaq bo‘laman deb o‘ylagan edim. Men bu kabi hatti-harakatlardan ma’no yo‘qligini, qaytanga ular mutlaqo aqlga sig‘maydigan, axloqan tuban ish ekanini, ta’kidlamoqchi edim. Axir yahudiylarning katta qismi shubhasiz o‘zlarini haqiqiy nemis deb his qiladilar, oxirgi (I-jahon urushi nazarda tutilmoqa) *urushda esa, ular ham hamma kabi, o‘z hayotlarini Germaniya uchun bahshida etgandilar. Lekin men gitler tarafidan buni tushinishga bo‘lgan zarracha ham intilishni ko‘rmadim. Qaytanga undan ham battar bo‘lib chiqdi. O‘ylashimcha, bu odamga gap uqtirsa bo‘ladigan tilning o‘zi yo‘q.*

Fikrimcha, gitler real olam bilan uzviylikni allaqachon tamomila yo‘qotib bo‘lgan. U o‘ziga boshqa odam gapirayotgan gaplarni xuddi g‘ala-g‘ovur g‘o‘ng‘illagan tovush singari qaraydi va tushinishni ham, eshitishni ham istamaydi. Aksincha, tezkorlik bilan ovozini balandladib, bir xil gaplarni qayta-qayta takrorlayveradi va jazavaga tushib, oxirgi 14 yil ichidagi tanazzul hamda, uni to‘xtatish zarurligi haqida to‘polon aralash baqirib nutq so‘zlay boshlaydi.

Bularning hammasi shundayin daxshati taasurot uyg‘otadiki, u o‘zi e’tiqod qiladigan bunday axmoqgarchilikka boshqalarni ham ishonishini istaydi, atrofidagi hamma amaldorlarning ham shunday yo‘l tutishiga majburlashga intiladi, shu tarzda u o‘ziga nisbatan bo‘lishi mumkin bo‘lgan har qanday tashqi ta’sirlarni keskin va qat’iy cheklab qo‘yadi. u o‘zining axmoqona g‘oyalariga butun vujudi bilan mukkasidan ketganligi tufayli, ong va farosat chaqirig‘i ungacha hech qachon yetib bormaydi. U Germaniyani mislsiz kulfat sari yetaklamoqda...

Bilasizmi, harakatga kelib bo‘lgan ko‘chkini to‘xtatishning imkoni yo‘q. U sabab bo‘ladigan falokatlar, buzg‘unchiliklar, hamda u tufayli qurbon bo‘ladigan insonlar – bularning barchasi tabiat qonunlari bilan belgilangan faktlardir, garchi biz bu haqida avvaldan bila olmasak ham.

Aslini olganda gitlerning qarorlari bo‘layotgan xodisalarni yo‘lini to‘sa olmaydi, chunki u, axmoqlik, aqlsizliklarni yetaklayotgan dvigateldan ko‘ra qandaydir bir ongsiz maxluqqa o‘xshaydi. U o‘zi erkinlikka qo‘yib yuborgan kuchlarning o‘ziga nisbatan qanday yo‘l tutishini bilolmaymiz: balki uni cho‘qqiga olib chiqishar, balki uning o‘zini yo‘q qilib yuborishar»

Oxir oqibatda, o‘sha uchrashuv so‘ngida Plank Geyzenbergga ommaviy iste’fo fikridan qaytishni maslahat berdi. Chunki uning fikricha, bunday yo‘l tutish baribir kutilgan natijani bermaydi. Ommaviy axborot vositalaridan ham to‘g‘ri va munosib yoritilmaydi. Ustiga ustak, bunday yo‘l tutgan shaxslar ta’qib ostiga olinishi

mumkin, va ular urush tugagunicha, yoki, qandaydir bir keskin siyosiy o‘zgarish yuz berib, gitler boshliq fashistik hukumat yo‘q bo‘lib ketmagunicha mamlakatni tashalb qochishga majbur bo‘ladilar. Urush qancha davom etishini va qanday tugashini esa, hech kim aniq bilmaydi...

Plankning Geyzenbergga bergan bunday maslahati aslida uning kelajakni o‘ylab qilgan rejalarining bir qismi edi. Uning fikriga ko‘ra, Geyzenberg singari kuchli mutaxassis olim va jamiyatda muayyan obro‘ga ega bo‘lgan shaxslar, qanchalik mushkul bo‘lmasin Germaniyaning ichkarisida qolib, yangi zamon, yangi kelajak uchun poydevor tayyorla turishlari lozim edi. Plank baribir ich-ichidan yaxshi o‘zgarishlarga va odamlarning aqlini yig‘ib olishlari umid bilan yashagani ushbu fikrlaridan ham ma’lum.

Verner Geyzenberg keksa Plankning maslahatiga amal qildi va voqealar rvoji kutilmagan tarafga burilib ketdi. Avvaliga uni keskin ta’qib qila boshlashdi. Uning ustozi va yaqin do‘sti bo‘lgan Maks Born ham kelib chiqishiga ko‘ra yahudiylar bilan aloqador edi. Shu sababli Bornni Gyottingen universitetidagi kafedra mudiri lavozimidan majburiy bo‘shatishgan. Bornning o‘rniga esa aynan Geyzenberg nomzodi tavsiya qilingan edi. Lekin bu tavsiyani fashistlarning madaniyat va talim vazirligi ma’qullamadi va Geyzenberg Bornning o‘rnini egallay olmadi. Keyinchalik esa Zommerfeld o‘zining Myunxen universitetidagi egallab kelgan lavozimidan ixtiyoriy iste’foga chiqishi munosbati bilan, Geyzenberg nomzodini o‘z vorosi sifatida tavsiya qiladi. Barcha rasmiyatchiliklar bajarilib, Geyzenberg ishga kirishishiga tayyor bo‘lgan kuni, CC jurnalida shtarkning «Fandagi oq yahudiylar» nomli maqolasi chop etiladi. Bu maqolada shtark Geyzenberg ustidan qator keskin ayblovlarni e’lon qilgan bo‘lib, unda olimning yahudiylar bilan yashirincha hamkorlik qilishi, ular bilan yaqin do‘stligi haqida gapiriladi. Shuningdek axloqan tuban shtark, Geyzenbergning 1933 yilda erishgan Nobel mukofoti ham aslida yahudiylarning yordami bilan qo‘lga kiritilganini ta’kidlaydi. Paranoidal kimsa bo‘lgan shtark intellektual jihatdan ham, axloqiy taraflama ham butunlay tanazzulga uchrab, insoniylik chegarasidan chiqib ketgan edi. Shuni ham unutmaslik kerakki, u mazkur lavozimga (ya'ni, Zommerfeldning o‘rniga) millatchilikda o‘zidan qolishmaydigan va gitler hukumatiga sig‘inar darajada xizmat qiladigan hamkasb maslakdoshlaridan birini tayinlanishiga erishmoqchi bo‘lgan. Bu orqali u, Myunxen universitetida ham o‘ziga tayanch – ta’sir manbai hosil qilib olmoqchi edi. Diktatura rejimlariga xos bo‘lgan narsa – destruktrutiv iflos qotishmani – aqlsizlik hamda pastkashlik tashkil qiladi.

Shunday qilib, shtarkning o‘sha maqolasi tufayli, Geyzenbergni Zommerfeld uchun voris bo‘lish imkoniyatidan mahrim qilishdi. CC xizmatchilari esa uning faoliyatini tekshiruvga olib, olimni har qadamda ta’qib qila boshlashdi. Uni bir necha bor uydan bevavrid olib ketib so‘roqqa tutishdi. Turli tuman ayblovlarni bo‘yniga

ilib, zo‘rlab tan oldirishga ham urinib ko‘rishdi. Uyida, ish kabinetida tovush yozib olivchi apparatlar o‘rnatib, barcha yozishmalari hamda qaydlarini jiddiy tintiklay boshlashdi. Tintuv va ta’qib qariyb bir yil davom etdi. Voqealar rivoji shunga ishora qilar ediki, Geyzenberg taqdiri konsentratsion lager yoki majburiy mehnat kolonnalari bilan bog‘lanadigandek edi. Uni bunday mahkumlikdan qutqarib qolgan narsa – onasi tomondan bobosining shaxsan Gimmler bilan yaqin do‘st ekanligi bo‘lgan. Geyzenbergning onasi bu omildan foydalanib, Gimmlerga otasi nomidan salom yo‘llaydi va undan o‘g‘lining taqdiri haqida bayon qiladi. Xat bilan tanishgan gimmler Geyzenbergga shaxsan o‘zi maktub yo‘llab, CC chilarning unga nisbatan qilayotgan munosabati noto‘g‘ri ekani va bundan buyon uni hech kim bezovta qilmasligini aytib uzr so‘raydi. Shu tarzda olim shtarkning hiylasi va pastkashligi tufayli tribunalga ketish xavfidan qutilib qoladi.

Taxminan bir yildan keyin, 1939 yilning 25-sentyabrida Geyzenbergning nemis atom bombasini ishlab chiqish loyihasiga safarbar etiladi. Bir muddat o‘tib u mazkur loyihaga rahbarlik qila boshlaydi. Shunday qilib, natsistlarning bir necha yillik ta’qibi va tayziqidan so‘ng, olim ular bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri hamkorlik qilishni boshladi. Geyzenbergning ushbu hatti-harakati, ko‘p yillardan beri ko‘plab bahs va munozaralarga sabab bo‘lib kelmoqda. Lekin bu omil boshqa bir kitob uchun mavzu bo‘la qolsin.

Fashistlar diktaturasi qaror topgan yillari ko‘plab nemis olimlari istab, yoki istamasdan mavjud jinoiy siyosiy rejim bilan murosa qilishga majbur bo‘lishgan. Otto Gan, Verner Geyzenberg hamda, Maks fon Lauelar shular jumlasidandir.

Suratda:
Mazkur uch nemis olimi, 1946 yilda ittifoqchi qo‘shinlar nazorati ostidagi Farm-Xolldan ozod etilganidan so‘ng.

Ervin Plank uchun o‘lim jazosi

Ervin Plank 1893 yilning 12-mart sanasida tug‘ilgan bo‘lib, Maks Plankning birinchi xotini Mariya Merkdan eng kenja farzandi edi. Har qanday ota singari Plank kenjatoyiga o‘zgacha mehr bilan yondoshardi. Ervin ham otasini risoladagidek qadrlagan. Xullas ota-bola hayotda doimo juda yaqin va ahil bo‘lishgan.

Ervin harbiy sohani tanlagan. U ofitser sifatida I-jahon urushida nemis armiyasi safida xizmat qilgan. Janglardan birida uni fransuz askarlari asir olishadi va urush so‘ngigacha Ervin Fransiyada hariy asir maqomi bilan tutqunlikda yashaydi. Urush Germaniyaning sharmandali mag‘lubiyati bilan tugagach, Ervin Plank ozodlikka qo‘yib yuboriladi va u ko‘p o‘tmay ota yurtiga qaytib kelib, fon Shleyxer ismli mayor bilan yaqindan tanishadi. 1926 yilda fon Shleyxer armiya generali maqomigacha ko‘tariladi. Gitlerning hokimiyat tepasiga kelishida ham aynan u hal qiluvchi rol o‘ynagan.

1930-yillar boshida Veymar Respublikasi chuqur iqtisodiy tanazzul iskanjasida bo‘lgan. 1929 yil oktyabridagi Nyu-York birjasidagi savdolarning kasodga uchrab barbod bo‘lishi bilan boshlangan jahon iqtisodiy inqirozi, butun sayyorada juda tez va keng tarqalib, barcha mamlakatlarda keskin iqtisodiy bo‘xronlarni keltirib chiqardi. Jahon tarixida buyuk turg‘unlik davri (1929-1932) deb nom olgan ushbu inqiroz, to‘g‘rirog‘i, mislsiz tanazzul, Germaniyaning iqtisodiy va ijtimoiy hayoti uchun vayronakor ta’sir ko‘rsatdi. 1929 yildan 1932 yilgacha Germaniyaning yalpi ichki mahsuloti hajmi 40% ga pasayib ketdi. 1932 yil holatiga ishsizlik darajasi rasman 6 million kishini tashkil etgan: bu – mehnatga layoqatli aholining uchdan bir qismi deganidir.

I-jahon urushu qahramoni unvoniga ega bo‘lgan prezident Gindenburg hamda unga maslakdosh bo‘lgan boshqaruvchi elita, shuningdek armiyaning oliy unvonli qo‘mondonlari hamda o‘ngchi partiya vakillari, demokratiya tamoyillarining nemislar uchun to‘g‘ri kelmasligi, demokratiya mavjud inqiroz sharoitidan chiqib ketishga yo‘l bermasligi haqida tez-tez ta’kidlashga o‘tishdi. Ular shundoq ham o‘ta mo‘rt bo‘lgan nemis demokratiyasini butunlay yo‘q qilib, diktaturaga asoslangan siyosiy rejim o‘rnatishni maqsad qilib olishdi. 1930 va 1933 yillar oralig‘ida mamlakatda yuzaga kelgan ijtimoiy keskinlik va natsistlar partiyasining ta’sir doirasining kuchayib ketishi respublikaning omonat chayqalib turgan poydevorlarini butunlay qo‘porib tashladi.

Eng avvalo aynan fon Shleyxerning sa’y-harakatlari bilan, 1932 yilning 1-iyun kuni fon Papen kansler etib saylandi. Shleyxerning o‘zi esa mudofaa vaziri etib tayinlandi. Ervin Plank yangi tayinlangan mudofaa vaziriga juda yaqin shaxs bo‘lgani uchun, uning xizmatiga chaqirildi. Tez orada fon Shleyxer kabineti Ervin Plankni mudofaa vazirligining davlat kotibi lavozimiga tayinladi. Bu lavozim mudogaa vazirining birinchi o‘rinbosari (vitse-vazir) mansabi bilan ekvivalent bo‘lgan. Papen

va Gindenburg singari, fon Shleyxer ham diktaruraga asoslangan mustabid rejim tarafdorlari bo‘lishgan. Fon Shleyxer, hokimiyat aslida harbiylarning qo‘lida bo‘lishi kerak va kuchli yetakchiga ega bo‘lgan va harbiy jihatdan qudratli armiyaga tayanuvchi hukumat tashkil qilish orqaligina Germaniyani qutqarib qolish mumkin deb hisoblar edi. Papen kanslerlik qilgan davrda CC yarimharbiylashgan natsistik birlashmalarining faoliyatiga chek qo‘yish haqida qaror qabul qilindi. Fon Shleyxer, zaruriyat tug‘ilganda armiya bunday birlashmalar ustidan nazorat qila olmay qoladi degan fikrda bo‘lgan va mazkur qaror ham aynan uning tashabbusi bilan qabul qilingan.

Fikrimcha, asosiy kulfat bu demokratiyaning kirib kelganligidadir. Men haqiqatan ham, odamlarga saylash huquqi berilishini xatolik deb hisoblayman.

Maks Plankning Maks fon Lauega maktubidan.

Shleyxer hokimiyatni natsistlar partiyasi qo‘liga o‘tishi yuzasidan gitler bilan muzokaralar olib borgan. Demokratiyafob diktaturaparast nemis elitasi tasavvurida, gitler eng avvalo komunistlarga qarshi va qolaversa, kasaba uyushmalari hamda sotsial-demokratlar partiyasiga qarshi kurashda eng maqbul samara beradigan nomzod sifatida gavdalandi. Unga 1932 yil avgustida vitse-kansler lavozimini taklif qilishdi. Lekin u ushbu taklifni rad etdi va to‘liq hokimiyatni istashini bayon qildi. 1932 yil kuziga kelib Germaniya ijtimoiy portlash chegarasiga kelib qoldi: ishsizlikning haddan ziyod o‘sib ketishi bilan aholining turmush darajasi va ta’minoti keskin yomonlashdi. Siyosiy boshboshdoqlik va ziddiyatlar avj oldi. Shleyxer vaziyatni o‘z qo‘liga olishga urinib ko‘rdi va 1932 yilning dekabrida kansler lavozimini qo‘lga kiritdi. Ervin Plank davlat kotibi lavozimida qoldirlgan bo‘lsa-da, Shleyxerning yaqin maslakdoshi sifatida, uning shakllantirgan hukumati tarkibida ham maxsus vazifani egalladi. Biroq Shleyxer hukumati o‘zini oqlamadi va uzoqqa bormadi. Atiga ikki oylik faoliyatdan keyin fon Shleyxer iste’fo berishga majbur bo‘ldi. Prezident Gindenburg esa, o‘ziga turli tomondan o‘tkazilayotgan kuchli tayziq va bosim ostida, 1933 yilning 30 yanvar kuni, o‘zi juda yomon nafratlanadigan kimsasi - gitlerni kansler etib tayinlashga majbur bo‘ldi.

gitler boshliq natsistlar siyosati avval boshdanoq faqat kuch ishlatish, zo‘ravonlik va mustabidlikni o‘ziga dastak qilib oldi. Davlat siyosati va jamiyat ishlariga aloqador har qanday masala mutaasib millatchilik kayfiyatidagi hukumat vakillarining kuch ishlatishga, qiynoq va qatag‘onlarga asoslangan jinoiy-harbiy uslubi bilan hal etiladigan bo‘ldi. 1934 yilda giltler o‘zining eski va yangi raqiblaridan qutilish maqsadida, o‘z partiyasi va hukumati ichida «tozalov» tadbiri

o‘tkazdi. Bundan maqsad mutlaq hokimiyatga erishish va o‘z buyurqularini so‘zsiz itoat bilan bajaradigan kadrlar to‘plash bo‘lgan. 1934 yil yozida gitler buyrug‘i bilan, uning fikricha lavozimiga nobop sanalgan fuqarolik boshqarmalari boshliqlari va harbiy amaldorlar ustidan ommaviy ta’qib uyishtirildi. Qo‘lga olingan barcha «nobop» amaldorlar o‘lim jazosiga hukm qilindi va otib o‘ldirildi. Shu jumladan fon Shleyxer ustidan ham 1934 yil 30-iyun kuni otuv hukmi bajarildi.

Fon Shleyxerning qo‘llab-quvvatlashidan mahrum bo‘lgan Ervin Plank, siyosatdan ketishga qaror qiladi va iste’fo beradi. 1936 yilda u biznesga qo‘l uradi va o‘z firmasini tashkil qilib ish boshlaydi. Lekin boshlanishi kutilayotgan urush xavfi tufayli u nemis davlat apparatidagi va armiya safidagi muholifati vakillari bilan aloqalar o‘rnata boshladi. 1940 yilda Ervin Plank va boshqa muholifatchilar, gitlerning yaqin orada hokimiyatda qulashini taxmin qilib, undan keyingi hukumat uchun muvaqqat konstitutsiya sifatida xizmat qilishi ko‘zda tutilgan hujjat loyihasini tayyorlanashdi. 1944 yil 20 iyulida polkovnik Shtauffenberg tomonidan gitler joniga qilingan va muvaffaqiyatsilikka uchragan siuqasdda Ervin Plankning ham qo‘li borligi haqida asosli dalillar yo‘q. Lekin kichik Plank, suiqasd rejasi mualliflarining aksariyati bilan shaxsan tanish va ularga xayrixoh bo‘lgani ham rost.

1944 yilgi suiqasd butun Germaniya bo‘ylab misli ko‘rinmagan yangi ommaviy ta’qib va jazolash to‘lqinini keltirib chiqardi. Siuqasdning bevosita ishtirokchilari hammasi otib tahslandi. Lekin natsistlarning talvasasi buning o‘zi bilan cheklanmadi. Mamlakat bo‘ylab yana minglab odamlar, mazkur siuqasdda aloqador bo‘lganlikda gumon qilinib otib tahslandi. Ular orasida hatto nima gunoh qilganini tushunmagan va siuqasdga mutlaqo, bilvosita ham aloqasi bo‘lmagan minglab begunoh fuqarolar bor edi. Biror shaxsni suiqasdda ayblash uchun, o‘sha paytda uning biror horij adabiyotidan mutolaa qilishi, yoki horijiy radioni tinglashi fakti kifoya qilar edi. Bu esa shubhasiz o‘lim jazosi deganidir. Bunday sharoitda Ervin Plankning ham hibsga olinishi hayron qolarli narsa emas edi. Maks Plank o‘g‘lining hayotini saqlab qolish uchun o‘z imkoniyati va ta’siri doirasidagi barcha ishlarni qilib ko‘rdi. Hukumatdagi va gitlerga ta’sir ko‘rsata oladigan kishilar ichidagi tanish bilishlarini ishga soldi. Uning sa’y-harakatlari evaziga gitlerga juda yaqin bo‘lgan mansabdor – gimmlerning shaxsan o‘zi gitlerdan Ervin Plank uchun avf so‘rab murojaat qildi. 1945 yilning 18-yanvar sanasida Maks Plank gitler hukumati devonxonasidan maktub oldi. Unda o‘g‘li Ervin avf etilgani haqida bitilgan edi. Albatta keksa Plank bundan juda mamnun bo‘lib, sevinib ketgan. Biroq, uning quvonchi uzoqqa bormadi va maktubda bitilgan va’da puch bo‘lib chiqdi. Avval boshdan munofiqlik va qalloblikka asoslangan gitler hukumati gapida turmadi va 5 kundan keyin Ervin Plank ustidan qatl jazosi ijro etildi. Uni o‘tib tashlashdi. Kenjatoy farzandi va eng suyukli o‘g‘lining bunday adolatsiz o‘limi Maks Plankni mislsiz chuqur qayg‘uga cho‘ktirdi.

Ervin timsoli biz uchun Maks Plankning fikrlash tarzi haqida yaxshiroq tushuncha olish imkonini beradi. U o‘g‘lining siyosiy faoliyatidan albatta boxabar bo‘lganiga hech qanday shubha yo‘q: ota-bola juda yaqin maslakdosh bo‘lishgan va hatto, odatda gitler hukumati muholifatchilari yig‘iladigan klubga ham birga borishardi. Biz Ervin Plankning siyosiy faoliyati orqali Maks Plankning siyosiy maslaklari haqida ham tasavvur hosil qilishimiz mumkin. Shunisi aniqki, Maks Plank hech qachon demokrat bo‘lmagan va demokratiya tushunchasini yoqlamagan. Ervin esa, muddosi Germaniyada demokratiya qaror toptirishdan mutaloq yiroq bo‘lgan hukumatlar - Papen va Shleyxer apparatlarida ishlab, ular bilan yaqin maslakdosh, safdosh bo‘lgan. Shuningdek 1944 yil iyul suiqasdi ham Germaniyada demokratiya qaror toptirish maqasdini ko‘zlamagandi. U faqat gitler ismli mal’unning nemis xalqi boshiga solayotgan kulfatlaridan uzil-kesil qutilish, axmoqona millatchilik siyosatiga chek qo‘yish hamda, Germaniya uchun I-jahon urushidan ham ko‘ra kattaroq talofotlar yetkazgan, jahon tarixida misli ko‘rinmagan qirg‘inbarotga sabab bo‘lgan II-jahon urushidan imkon qadar tezroq chiqib ketishni maqsad qilgan edi.

Aylanani Boze tutashtiradi

1920-yillardan boshlab, yorug‘lik kvanti tushunchasi nazariy jihatdan yaxshigina o‘rganib chiqildi. Yorug‘lik kvantini 1926 yildan e’tiboran foton deb atay boshlashdi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, energiya darajasini orttirilganda, yorug‘lik materiya bilan $E = hv$ energiya hamda $p = \frac{hv}{c}$ impulsga ega zarrachalardan tashkil topgandek ta’sirlashar ekan. Ushbu deyarli pishib yetilgan konsepsiya, Plank nurlanish qonunining kvant asoslarini qayta ko‘rib chiqish va shakllantirish imkonini berdi.

1924 yil Albert Eynshteyn o‘sha oyning 04.06.1924 sanasida yozilgan va yosh hind fizigi Shatyendranat Boze tomonidan imzolangan maktub oldi. Xatda Boze Eynshteyndan o‘zi yozgan va xatga ilova qilib yo‘llagan ilmiy maqolasini tekshirib ko‘rishini, agar ma’qul kelsa, uni nemischa «Fizika jurnali» («*Zeitschrift für Physik*») da nashr etishga ko‘maklashishini iltimos qilgan edi. Bozening maqolasi ingliz tilida yozilgan bo‘lib, Eynshteynga u juda ma’qul kelgan va olim maqolani shaxsan o‘zi nemis tiliga o‘girib jurnal tahririyatiga olib borib topshirgan.

Bozening maqolasida Plank qonunidan kelib chiqadigan yangi va muhim ilmiy xulosa - qora jism nurlanishining spektral taqsimlanishi haqida so‘z boradi. Maqola ilmiy jamoatchilikda katta qiziqish uyg‘otgan bo‘lib, uning so‘ngida Eynshteyn izoh qoldirgan edi: «*Fikrimcha, Bozening Plank formulasidan keltirib chiqargan ushbu xulosasi o‘ta muhim bir ilmiy natijaga ega. U qo‘llagan uslub, ideal*

gazning kvant nazariyasini bermoqda va men bu borada hali yana batafsil shug‘ullanaman».

Bozening yangicha ilmiy asoslashining ahamiyatini tushunish uchun, Plankning o‘z qonunini isbotini keltirib chiqarish bosqichlarini yodga olish joiz. Birinchidan, Plank nurlanuvchi bo‘shliqni qurshab turuvchi devorlarda elelktromagnit energiyani yutuvchi va nurlantiruvchi zaryadlangan ossilyatorlar mavjud deb tasavvur qilgan. Issiqlik muvozanati holatida ossilyatorlar qancha energiya yutsa yana shuncha energiya nurlatgan. Bu esa Plankka, ossilyatorning o‘rtacha energiyasi $\boldsymbol{U}_\nu$ va elektromagnit maydoni $\boldsymbol{u}_\nu$ orasidagi munosabatni o‘rnatish imkonini bergan:

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} U_\nu$$

Ikkinchidan esa, Plank bo‘shlqning harorati va chastotasiga bog‘liq ravishda, har bir ossilyatorga qancha energiya miqdori to‘g‘ri kelishini aniqlashi lozim edi. Buning uchun entropiya tushunchasidan, Boltsmanning ehtimoliylik tamoyilidan va kvant gipotezasidan foydalandi. Reley va Jins ham, boshqacharoq xulosa orqali aynan o‘sha

$$\frac{8\pi\nu^2}{c^3}$$

natijani olishdi. O‘z maqolasining muqaddimasida Boze, Plank va Reley ishlariga munosabat bildirar ekan, ularning mumtoz uslublardan foydalanishganini ta’kidlaydi. Boze bunday yondoshuv bilan kvant gipotezsining bir qismiga termodinamikani tadbiq etilishida ziddiyat kelib chiqishiga e’tibor qaratadi. Aniqrog‘i u entropiyani hisoblashda va termodinamik hisob-kitobning yakuniy qismiga taaluqli isbotlashlarda Plank va Reley yondoshuvlari o‘rinsiz ekanligini aytadi va buning o‘rniga quyidagi

$$\frac{8\pi\nu^2}{c^2}$$

kvant yondoshuvini taklif qiladi.

Yodingizda bo‘lsa, Albert Eynshteyn o‘zining 1905 yilga taaluqli mashhur maqolalaridan biridayoq, past zichlikdagi qora jism nurlanishining entropiyasi, zarrachalardan tashkil topgan gazning entropiyasiga o‘xshashini aytib o‘tgandi. Boze Eynshteynning aynan shu ishorasiga e’tibor qaratdi va bo‘shliqdagi nurlanish o‘zini xuddi gaz singari tutishini isbotladi (u foton gazi tushunchasini qo‘llagan). Shu tarzda fiziklar Plank ossilyatorlari va Reley to‘lqinlaridan qutilishdi. Ya'ni, qora jism nurlanishini tadqiq ilish va kvant nazariyasini o‘rganish borasida yangicha yondoshuv – gazlarning tabiatiga asoslanish imkoniyati paydo bo‘ldi. Kvant nazariyasi hamda de Broyl ifodasiga ko‘ra zarrachalar uchun mexanik holatlarning qancha ko‘rinishlari

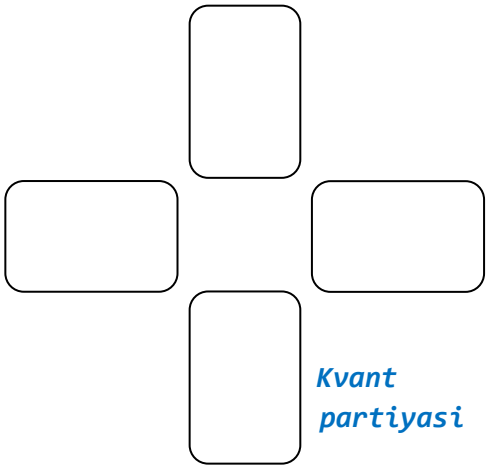
imkonli ekanini e’tiborga olgan Boze o‘zi qidirgan ko‘rsatkichni topishga muvaffaq bo‘ladi.

Boze o‘zi to‘liq anglab yetmagan holatda, yorug‘lik kvantlarini bir-birdan farqlab bo‘lmas zarrachalar sifatida qaraydi. Ushbu kvant yaxlitlik xarakteristikasi noaniqliklar tamoyilining fizik natijasidir.

KVANT TAQSIMLANISH

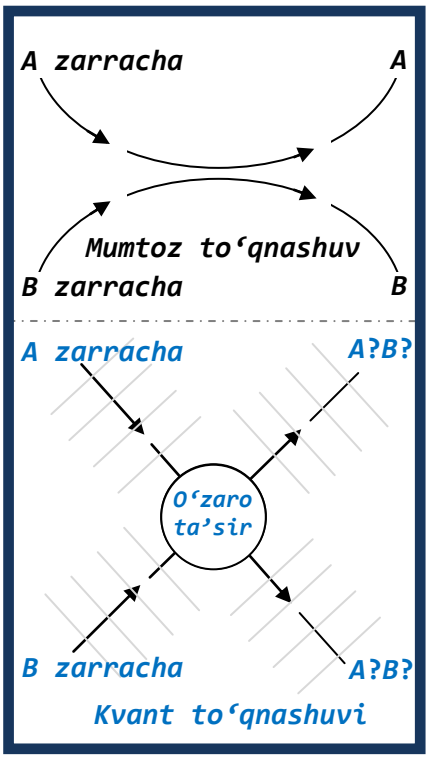
Boze va Plank avvalboshda Boltsman tomonidan qo‘llangan holat tenglamalirdan boshqacharoq usullardan foydalanishdi. Statistik izoh haqidagi maqolalaridan birida Boltsman ***N*** sondagi molekulalarni energiyaning turli holatlari orasida qanday xil usullar bilan taqsimlash mumkinligi haqidagi savolni o‘rtaga tashlaydi. Boltsman har bir molekulani alohida-alohida qaragan, ya'ni uning uchun 1-chi molekula $\boldsymbol{E}_1$ energiyaga ega, 2-molekula $\boldsymbol{E}_2$ energiya ega ... n-molekula $\boldsymbol{E}_n$ energiyaga ega va aksincha tarzdagi alohida zaralar tarzida namoyon bo‘lgan. Ayni vaqta Plank ***N*** sondagi turli (o‘zaro farqlanadigan) ossilyatorlar orasida $\boldsymbol{U}_v$ qiymatga teng bo‘lgan farqlab bo‘lmas energetik darajalarni ajratadi. Boze esa, farqlab bo‘lmas (yaxlit) fotonlarni turli mexanik holatlar oralig‘idagi $\frac{U_v}{c}$ moment uchun taqsimlaydi. Yosh hind olimi Boze va keksa olmon olimi Plankning turlicha yondoshuv orqali amalga oshirgan hisoblashlari deyarli ayniyat bo‘lib, hatto shundayin turlicha yondoshuv xulosasi ham bir xil natija va xulosaga olib keladi. Hisoblash usullari orasidagi farqni tushinish uchun biz qarta o‘yinidagi to‘rtta o‘yinchining har biriga bittadan qarta taqsimlab berilgan o‘yin partiyasini qarashimiz mumkin. Boltsman uchun har bir qarta turlicha bo‘lgan va qartalarni tarqatishning (taqsimlashning) 24 xil usulda amalga oshirish mumkin bo‘lgan. (birinchi o‘yinchi uchun to‘rtta qarta tanlash imkoniyati, ikkinchisi uchun uchta, uchinchisi uchun ikkita va oxirgisi uchun bitta, ya'ni, 4·3·2·1=24). Plank va Boze uchun esa barcha to‘rttala qarta ham bir xil, ya'ni, hech qanday tafovutga ega emas. Ular uchun o‘yin partiyasining faqat bitta imkonli usuli bor xolos. Buni tushunib yetmagan Plank va Boze, Boltsman bilan har xil qarta o‘yinlarini o‘ynamoqchi bo‘lishgan. Bozening maqolasini o‘qib chiqqan Eynshteyn ham kvant qoidalariga asoslangan o‘yinga qo‘shildi. Ushbu qoidalardan kelib chiqqan Eynshteyn, kvant gazi qonunlarini kashf qildi va materiyaning yangicha holatini - o‘ta past haroratlarda mavjud bo‘ladigan Boze-Eynshteyn kondensati fenomenini oldindan bashorat qildi. Ushbu kondensatning haqiqatan ham mavjudligi 1995 yilda amalda isbotlandi va hozirda nazariy fizika tadqiqotlari sohasining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Mumtoz partiya



Kvant partiyasi

Ko‘rib o‘tganimizdek, kvant zarrachalari muayyan aniq trayektoriyaga ega bo‘lmaydi, ikkita bir xil zarrachalar o‘zaro ta’sirlashganida, aytaylik, to‘qnashganida, biz ularni ortidan kuzata olmaymiz va hatto ularni bir-biridan farqlay ham olmaymiz. Korpuskulyar-to‘lqin dualizmi bu xossani intuitiv ravishda izohlash imkonini beradi: agar ikkita zarrachalar bir-biri bilan o‘zaro muayyan masofada joylashgan bo‘lsa va ularga mos keluvchi to‘lqinlar o‘zaro ustma-usta tushmasa, biz bu zarrachalarni alohida obyektlar tarzida qarashimiz mumkin. O‘zaro ta’sirda to‘lqinlar bir-biriga halaqit beradi va o‘zaro uyg‘unlashib ketadi. Shu sababli ham zarrachalarning birinchisini ham, ikkinchisini ham qayerda ekanligini aniq bilishning imkoni bo‘lmaydi. O‘zaro ta’sir yakunlangach, biz yana ikkita alohida zarrachalar haqida so‘z yuritishimiz mumkin bo‘ladi va bunda ham ulardan qaysi biri qayerda ekanligini bilolmaymiz. Matndan o‘ng tarafdagi sxemada zarrachalar to‘qnashuvining mumtoz varianti (yuqorda) hamda interferensiyaning kvant tushunchasi (pastda) orasidagi farq ko‘rsatilgan. Mumtoz to‘qnashuvdan keyin har ikkala zarracha ham aniq farqlanib turadi. Kvant interferensiyasi esa, zarrachalarning to‘qnashuvdan keyingi o‘zaro farqini anglahsga to‘sqinlik qiladi.



Kvant to‘qnashuvidan keyin ham ikkita zarracha qoladi, lekin biz ularni farqlay olmaymiz.

O‘sha yili yozilgan maqolalarining birida Eynshteyn Bozening statistikasini fotonlar o‘rniga moddiy zarrachalarni tadbiq etishgacha umumlashtiradi va bu orqali kvant gazi qonunlarini keltirib chiqaradi. Bozening maqolasi Plank qonunini umumiy tamoyillar bo‘yicha asoslashga urinish masalasiga chek qo‘ydi. Keyinchalik boshqa olimlar, chunonchi Eynshteyn, Erenfest, hamda ayniqsa Pol Dirak, Bozening gipotezalarini yanada chuqurroq tahlil qilishidi va undagi xulosalarga yanada mukammal sayqal berishdi. Plank qonunidan keltirib chiqarilgan Boze xulosalarini hozirda ayrim fizika darsliklarida uchratish mumkin va u kvant nazariyasiga butunlay va to‘liq muvofiq keladi.

4-bob.

Universial konstantalar noaniqlikka qarshi

Maks Plankning shaxs sifatidagi faoliyat ko‘lami shunchaki kvant nazariyasi chegaralaridan ancha tashqariga chiqib ketadi: u termodinamika bo‘yicha tengsiz olim, nisbiylik nazariyasining dolzarb masalalarini ilm-fan olamiga chuqur kirib kelishi yo‘lida otashin kurashchi, fan falsafasi masalalarida hal qiluvchi so‘zga ega bo‘lgan tahbar-olim va ho kazo...
Uning olamning fundamental tamoyillarni izlash bo‘yicha olib borgan mukammal va murakkab izlanishlari – bizning Koinot haqidagi bilimlarimizni yanada boyituvchi va ilmlarimizni mustahkamlovchi yangi fizik konstantalarning kashf etilishiga olib keldi.

Maks Plankning beqiyos ilmiy merosi butun dunyoga dong‘i ketgan va jahondagi barcha ilmiy muassasalar ichida nufuz jihatdan eng yetakchilardan bo‘lmish «**Maks Plank nomidagi ilmiy tadqiqotlar Jamiyati**» timsolida hamon barhayotdir.

Maks Plank o‘z nomi bilan ataluvchi fizik konstanta hamda, energiya kvanti nazariyasining ilm-fanga olib kirganligi tufayli, jahon tarixidagi eng buyuk olimlar qatoridan muqim o‘rin egallaydi. Lekin uni ushbu olamshumul beqiyos ilmiy kashfiyot sari yetaklagan tadqiqot – qora jismning nurlanishi masalasi, olimning kasb faoliyati davomidagi to‘qnash kelgan va jiddiy shug‘ullangan masalalari ichidan bittasi edi xolos. U shuningdek termodinamika sohasida ham ko‘plab ajoyib kashfiyotlarni amalga oshirgan hamda haqli ravishda zamonaviy termodinamikaning asoschilaridan biri sanaladi. Olimning maxsus nisbiylik nazariyasi g‘oyalariga katta qiziqish bilan yondoshgani, nisbiylik nazariyasining taraqqiy etishida, hamda mazkur nazariyani rivojlantirish yo‘lida o‘zi rahbarlik qilayotgan ilmiy jamoatchilikning jipslashuvida qilgan jonbozliklaridan fan tarixi yaxshi xabardor. Uning qora jism nurlanishi masalalariga oida ishlarining eng muhim xulosalaridan biri – fizik kattaliklarning o‘lchov birliklari sohasida o‘ziga xos alohida bir tizim – «Tabiiy birliklar tizimi»ning shakllanishi bo‘ldi. Bunday birliklar tizimi fanda shuningdek «Plank birliklari tizimi» deb ham yuritiladi. Maks Plank o‘z nomi bilan ataluvchi ushbu birliklar tizimi va unga doir fizik o‘lchov birliklarining bugungi kunga XXI-arsga kelib nechog‘lik katta ahamiyat kasb etishi haqida hayol ham qilmagan bo‘lsa kerak. Agar biz Maks Plankni qora jism nurlanishi, termodinamika, nisbiylik nazariyasi va boshqa fizik yo‘nalishlarga qo‘shgan xissalarisiz tasavvur etadigan bo‘lsak ham, aynan ushbu birgina jihat – u tomonidan «Tabiiy birliklar tizimi»ning ishlab chiqilishi, uni tarixda eng buyuk olimlar qatoridan joy egallashiga yetrali bo‘lgan bo‘lur edi...

Relyatvist – entuziast

1905 yilda, Eynshteynning o‘sha ikkita mashhur maqolalari chop etilgan paytda, aynan ushbu maqolalarni chop etgan va butun olamga tanishtirgan nifuzli ilmiy nashr – «Fizika solnomalari» («*Annalen der Physik*») jurnalining rahbar-muharriri Maks Plank edi[1]. Maqolalardan birinchisi «Harakatdagi jismlar elektrodinamikasiga» deb nomlangan. Ikkinchisi esa «Jismning massasi o‘zida mujassamlashgan energiyaga bog‘liqmi?» degan sarlavha ostida nashr etilgan. Hajman ancha ixcham bo‘lgan ushbu maqola bitta to‘liq sahifa va kreyingi sahifaning yarminigina egallagan bo‘lib, unda Eynshteynning o‘sha mashhur $\boldsymbol{E=mc^2}$ formulasi keltirib chiqariladi.

Eynshteynning singlisi Mayaning xotirlashicha, maqolalari nashrdan chiqishi hamonoq, Albert sabrsizlik bilan, fizik olimlarning unga nisbatan munosabat bildirishlarini kutgan. Lekin jurnalning keyingi sonlarida hech kim hech qanday izoh yoki shunchaki tanqidiy fikr ham bildirmadi. Ancha muddat otgandan so‘nggina

[1] U Paul Drude bilan birgalikda teng kuchli bosh muharrir bo‘lgan – *tarjimon izohi*.

Albert Eynshteyn Berlindan maktub oldi. Xat muallifi bizning qahramonimiz Maks Plank edi. Plank yosh Eynshteynga yo‘llagan ushbu maktubida, maqolalarida qayd etilgan ayrim masalalar yuzasidan aniqlik kiritishini iltimos qiladi. Bu xat Eynshteyn uchun nihoyatda yoqimli va olamshumul munosabat bo‘lib tuyulgan. Zero uning ilmiy qarashlari nafaqat soyada qolib ketmagan ekan, balki, o‘z davrining eng buyuk va yuksak iste’dodli fizik olimlaridan biri bo‘lmish, kimsan Maks Plankning shaxsan e’tiboriga tushgan ekan!

Nufuzli fizik olim Maks Plank hamda, yetishib chiqayotgan yosh iste’dodli, bo‘lajak daho fizik Albert Eynshteynlarning ilk yuzma-yuz uchrashuvi o‘sha 1905 yilning kuzida, Berlinda, fizika yo‘nalishida tahsil oluvchi talabalarning kollokviumi paytida yuz berdi. XX asrning eng buyuk ikki fiziklarining bir umrlik, qalin, mustahkam va samimiy do‘stligi shundan ibtido oldi. Aynan o‘sha birinchi uchrashuvdayoq, ular Eynshteynning yangicha ilmiy g‘oyalari bo‘yicha ishlarini chuqur tafsilotlari ila muhokama qilib olsihdi hamda u bilan bog‘liq dolzarb masalalarga e’tibor qaratishdi. Eynshteyn ilgari surayotgan nazariyaning postulatlaridan biri nisbiylik tamoyili bo‘lib, u nisbiy harakat qilayotgan ikki kuzatuvchi uchun, barcha fizik jarayonlar bir xilda kechishini ifodalar edi. Shu sababli Plank, Eynshteyn g‘oyalarini muhokama qilish chog‘ida «*Relativtheorie*» («Nisbiy nazariya») atamasini qo‘llay boshladi. Keyinroq, Maks Plank ma’ruzalardan birida «*Relativitätstheorie*» («Nisbiylik nazariyasi») atamasini qo‘llaydi. Pol Erenfest ham o‘zining 1907 yilda nashr etilgan maqolalaridan birida aynan ushbu atamani qo‘llaydi va shu tarzda Eynshteyn da’vo qilayotgan ilmiy nazariya uchun «Nisbiylik nazariyasi» nomi mustahkam birikadi. Ko‘rib turibmiki, XX asr fizikasi, ya'ni, mumtoz fizikadan keskin va yaqqol farq qiluvchi zamonaviy fizikaning ikkita eng muhim yo‘nalishlarining atama nomi ham aynan Maks Plank tomonidan shakllantirilgan ekan. Birinchisi uning o‘z «farzandi» – «kvant» tushunchasi bo‘lsa, ikkinchisi – «Nisbiylik nazariyasi» bo‘lib chiqmoqda.

Maks Plankning nisbiylik nazariyasiga bo‘lgan qiziqishi, uning mutlaqlikni qidirishga bo‘lgan intilishlari doirasiga kiradi. Uning tarjimai holida quyidagi jumlalarni o‘qishimiz mumkin:

> «*Ushbu tarjimai holning muqaddimasida men urg‘i berib o‘tganimdek, men uchun eng qiziqarli va muhim vazifa – mutlaqlikni izlash bo‘lgan. Balki bu mening nisbiylik nazariyasiga nisbatan bo‘lgan qiziqishimga ziddek tuyilishi mumkin. Lekin bunday fikr prinspial yanglish fikr bo‘lur edi. Zero nisbiylik o‘zi yana mutlaqlik ham borligiga ishorat berib turibdi, chunki nisbiylik – unga nisbatan zid bo‘lgan mutlaqlik mavjud bo‘lganidagina ma’no-mohiyat kasb etadi. Ko‘p takrorlanadigan ibora, ya'ni, «Barcha narsa nisbiydir» degan gap ham odamni yanglishtiradi. Chunki uning ma’nosi yo‘q. Shunday qilib, biz nisbiylik nazariyasi deb nomlayotgan tushunchaning zamirida aniq*

bir mutlaqlikka ishora bor; zamon-makon uyg‘unligining muayyan o‘lchov birliklari xuddi shundaydir va oldimizda turgan o‘sha qiziqarli va murakkab masala shundaki, biz o‘sha narsani – nisbiylik uchun haqiqiy mohiyat baxsh etib turgan mutlaqlikni topishimiz zarur».

Bu so‘zlar orqali Plank, Eynshteyn taklif etayotgan nisbiylik nazariyasining markazida qandaydir bir universial kosntanta, invariant, mutlaqlik mavjudligiga urg‘u bermoqda. U – kuzatuvchilarning nisbiy harakatidan qat’iy nazar barchasi uchun teng va bir xil qiymatga ega bo‘luvchi fizik kattalik – yorug‘lik telzigidir.

PLANKNING RELYATVIZMGA QO‘SHGAN XISSASI

Maks Plank tomonidan 1906 yilda yozilgan birgina maqola matni, uni nisbiylik nazariyasi bo‘yicha Eynshteyndan keyingi ikkinchi asoschi olimga aylantiradi. O‘sha va undan keyingi maqolalarida Plank, tinch holatdagi massasi $\boldsymbol{m}$ va tezligi $\vec{v}$ ma’lum bo‘lgan zarrachaning impulsi $\vec{p}$ uchun relyatvistik ifodani keltirib chiqaradi.

$$\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Obyekt tezligi v hamda yorug‘lik tezligi c o‘rtasidagi farq qanchalik kattalashib borgani sari, Plankning yuqoridagi ifodasi mumtoz mexanikadagi $\vec{p} = m\vec{v}$ ifodaga o‘xshab (yaqinlashib) boraveradi. Ya'ni, tezligi unchalik katta bo‘lmagan obyektlar uchun, mumtoz mexanika fizikaviy reallik bilan o‘ta katta aniqlikdagi muvofiqlikni taqdim etadi. Plank shuningdek, mos sistemaning o‘zgarishiga ko‘ra, zarrachaning impulsi va energiyasi qay tarzda o‘zgarishini keltirib chiqardi va eng kam harakat tamoyilining relyatvistik talqinini shakllantirdi. Ushbu tamoyil mumtoz mexanikaga taaluqli bo‘lib, unga ko‘ra, zarrachaning ikki nuqta orasida ko‘chishi vaqtida chizishi mumkin bo‘lgan barcha trayektoriyalari ichidan, eng haqiqatga yaqini – eng kam funksiyani bajaradigan va *harakat* deb nomalanadigani bo‘ladi. Plank mazkur tamoyilning shuningdek relyatvistik mexanika uchun ham o‘rinli ekanligini isbotlab berdi.

Plankning nisbiylik nazariyasi bo‘yicha o‘tkazgan seminarlari, uning yaqin dos’ti, maslakdoshi va assistenti – Maks fon Lauenining ham mazkur soha bilan jiddiy qiziqib, chuqur ilmiy tadqiqotlar boshlashiga turtki berdi. Vaqt o‘tishi bilan fon Laue, nisbiylik nazariyasi bo‘yicha zamonasining eng yetuk ekspertlaridan biriga aylandi. To‘laligicha nisbiylik nazariyasiga bag‘ishlangan dastlabki o‘quv qo‘llanma darslikni ham aynan fon Laue yozgan edi. Maks Plank 1909 yilning bahorida AQSH bo‘ylab safarga chiqadi va Nyu-Yorkda, Kolumbiya universitetida «*Nazariy fizika: Sakkiz ma’ruza*» nomli ma’ruzalar siklini o‘qib beradi. Ushbu ma’ruzalardan biri to‘laligicha nisbiylik nazariyasiga bag‘ishlangan bo‘lib, unda olim yangi ilmiy

nazariyaning ahamiyati va undan kelib chiqadigan xulosalar bilan okean orti olimlarini birinchi bo‘lib tanishtirgan. Ushbu ma’ruzasi orqali plank, Eynshteyn muallifligidagi yangi olamshumul inqilobiy nazariya – nisbiylik nazariyasini targ‘ibot-tasgviqot qilishni boshlab bergan ilk olimga ham aylanadi.

AQSH bo‘ylab qilingan o‘sha sayohat yuzasidan Plankka qattiq ta’sir qilgan narsalardan biri – ushbu mamlakatda joriy etilgan antialkogol siyosati[1] bo‘lgan ekan. Bu haqida u o‘z qaydlarida shunday xotirlagan:

> «*AQSHda bo‘lgan chog‘imda bir tomchi ham pivo yoki vino ham ichmadim. Likyorlarga yaqin yo‘lamadi ham. Natijada o‘zimni g‘ayrioddiy ravishda, har doimgidan ham ko‘ra yaxshiroq va sog‘lomroq his etdim*».

Ta’kidlash joizki, okean ortida joriy etilgan ushbu antialkogol siyosati, Plankdan avvalroq boshqa bir yetuk fizik olim – Lyudvig Boltsmanni ham ajablantirgan edi. Boltsman ham 1906 yilda AQSHga, aniqrog‘i Berklidagi Kaliforniya universitetiga safar qilgan bo‘lib, u o‘sha safar taasurotlarini «Bir nemis professorining Eldoradoga sayohati» nomli kichik risolasida bayon qilib o‘tgan. Yetuk fizik olim bo‘lmish Boltsman, mazkur risolada o‘zining ajoyib adabiy salohiyati va nozik badiiy didini namoyish etadi, hamda, o‘ziga xos yengil mutoyiba aralash antialkogol siyosatini hajvga oladi. U ovaqt vaqtida muttasil suv ichishga majbur bo‘lganidan noligach, amerikalik hamkasblaridan birini o‘z yaqiniga chorlab, qayerdan vino sotib olsa bo‘lishini so‘raydi. Unga javob bermoqchi bo‘lgan mahalliy hamkasbi esa, avval atrofga olzarak qilib qarab oladi. keyin u Boltsmandan haqiqatan ham aynan vino sotib olish haqida so‘rayotganligini aniqlashtirib, aks-savol beradi. Boltsmanning yozishicha, boyagi amerikalik hamkasbi unga xuddi fohishaxonani so‘rayotgan odamga muomala qilgandek keskin, past ohangda, o‘g‘rincha gapirganini hikoya qiladi:

> «*U atrofga hadiksirab olazarak razm solib oldi va meni rostdan ham jiddiy so‘rayotganimga ishonch hosil qilgach, Kaliforniya vinosi sotiladigan Oklenddagi ajoyib do‘kon manzilini berdi*».

U shundan so‘ng ham topganini hufyona ichisha majbur bo‘lganini haizl aralash aytib o‘tadi...

---

[1] AQSHda ichkilikbozlikka qarshi kurash maqsadida joriy qilingan va 1920-1933 yillar davomida amal qilgan «*O‘n sakkizinchi tahrirdagi quruq qonun*» nazarda tutilmoqda. Ushbu qonunga ko‘ra, AQSH hududida alkogol mahsulotlarini tibbiyot ehtiyojlaridan tashqari maqsadlarda, ya'ni, ichkiliklarni ishlab chiqarish, sotish, tarqatish va tashish bo‘yicha qat’iy ta’qiq joriy etilgan. Lekin ushbu qonun kutilgan natijani bermagan: alkogol mahsulotlarini topish va tarqatish bilan aloqador uyushgan jinoyatchilik avj olgan; aholi orasida qo‘lbola ichkilardan zaharlanish, hamda, noqonuniy hufiya bar va ishratxonalarning ko‘payib ketishi kuzatilgan. Shuningdek, alkogolli mahsulotlar savdosi yuzasidan tushadigan soliq va bojxona to‘lovlarining keskin kamayishi natijasida davlat g‘aznasi ham katta ziyon ko‘rgan. Mazkur omillarni e’tiborga olib, AQSH hukumati 1933 yilda ushbu «Quruq qonun»ni bekor qilgan. Lekin ba’zi shtatlard bu qonunni 1966 yilgacha amalda ushlab turishgan – *tarjimon izohi*.

Termodinamika dahosi

O‘z ilmiy faoliyatining dastlabki yillarida Plank termodinamika bilan ko‘p va xo‘b shug‘ullangan bo‘lib, u termodinamikaning ikkinchi bosh qonunini eritmalar, gaz aralashmalari, hamda faza o‘tishlari singarilarga tadbiq etish masalalari bilan shug‘ullangan. Plank anchayin katta hajmli ishlarni bajarib, shunga muvofiq juda katta ko‘lamli natijalarni qayd etgan edi. Biroq uning olgan natijalari biroz dag‘al bo‘lib, ixchamlashtirish va umumlashtirishni taqozo etardi. Plank o‘zidan minglab kilometrlar nari masofada, Amerikalik buyuk fizik Jozayya Uillard Gibbs allaqachon bu borada muhim va aniq natijalarga erishganligini bilmasdi. Gibbs nafaqat Plankni, balki statistik termodinamika bo‘yicha Eynshteynni ham ortda qoldirgan edi. Chunonchi Eynshteynning 1903 yilga taaluqli va statistik termodinamika masalalarini yorituvchi ilk ilmiy ishlari ham Gibbsnikidan ham mazmunan sayoz, hamda xronologik jihatdan ancha kech paydo bo‘lgan den hisoblash mumkin. Biroq Plank termodinamika bilan butun umri davomida shug‘ullangan va termodinamikaning ikkinchi bosh qonunining ta’riflaridan birini ham aynan qahramonimiz Maks Plank shakllantirgan. (Bu haqida birinchi bobda hikoya qilgan edik).

1900 yilda qora jism nurlanishining spektral taqsimoti haqidagi o‘z qonunini keltirib chiqargach, Maks Plank o‘zining yetti yoshli kenjatoy o‘g‘li Ervinga Kopernik amalga oshirgan kashfiyot bilan teng kashfiyot qilganini aytib erkalagan ekan. Lekin Plank bunda kvant gipotezasini o‘zini nazarda tutmagan, zero, bu paytda u hali o‘z gipotezasining olamshumul xulosalaridan umuman bexabar edi. Hatto bir necha yil o‘tib Ervin do‘stlaridan biriga otasi kashf qilgan konstanta haqida to‘lqinlanib gapirib berganida ham, u biz hozirda *Plank doimiysi* deb ataydigan konstantani nazarda tutmagani aniq. To‘liq ishonch bilan aytish mumkinki, Plank bu o‘rinda, o‘zining buyul zamondoshi Boltsman nomi bilan tarixga kirgan konstanta, ya'ni, Boltsman doimiysi haqida gapirgan. Biz u haqida kitobimizning ikkinchi bobida aytib o‘tgan edik. ***k*** bilan belgilanadigan ushbu konstanta, Plank qonunida ham, shuningdek ideal gaz qonunlarida ham uchraydi. Boltsman tomonidan izohlangan ushbu qonuniayt termodinamika sohasida bag‘oyat muhim kashfiyot bo‘lgan. Ideal gazlarning bosimi, hajmi va harorati o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi qonun, ingliz olimi Robert Boyl, fransuz abbati Edma Mariott, fransuz olimlari Gey-Lyussak, Sharl, hamda Klayperonlarning mehnatlari natijasi o‘laroq, XIX asr boshidan buyon ilm-fanga ma’lum edi. Lyudvig Boltsman o‘zining statistik entropiya bo‘yicha ilmiy izoh beruvchi maqolalaridan birida, entropiya qonunida gaz qonunini ham keltirib chiqargan:

$$S = k \ln \Omega$$

Biroq u mazkur formuladagi prporsionallik koeffitsiyenti bo‘lmish ***k*** ning qiymatini hech bir o‘rinda alohida qayd etib o‘tmagan va uning son qiymatini hisoblab chiqarish bilan ham shug‘ullanmagan.

BOLTSMAN DOIMIYSINI... PLANK KASHF QILADI?!

Agar gazga ta’sir qilayotgan bosimni ***P*** bilan, uning egallagan hajmini ***V*** bilan, mazkur gazning modda miqdorini (necha mol ekanligini) ***n*** bilan, mutlaq haroratni ***T*** va gaz doimiysini ***R*** bilan belgilasak, ideal gaz qonuni quyidagicha tarzda yoziladi:

$$PV = nRT$$

Boltsman ushbu qonunni sistemaning quyidagi

$$S = k \ln \Omega$$

ehtimollika ega entropiya tenglamasidan keltirib chiqargan. Zamonaviy ilmiy til bilan aytganda, Boltsmanning yuqoridagi formulasidagi Ω, sistema uchun imkonli bo‘lgan mikroholatlarning miqdorini ifodalaydi. Termodinamikaning ikkinchi qonuninda foydalanish orqali, entropiya formulasidan gaz qonunini keltirib chiqarilganidan so‘ng, biz ***R*** va ***k*** o‘rasidagi quyidagicha munosabatga e’tibor qaratishimiz mumkin:

$$R = N_A k$$

bu o‘rinda $\boldsymbol{N}_{\mathrm{A}}$ – bir mol modda miqdoridagi molekulalar sonini ifodalovchi Avogadro soni belgisidir. Agar biz ***k*** doimiy uchun, uning mollarda berilgan ifodasi o‘rniga, uning molekulalarda berilgan ifodasini qo‘llasak, uni gaz qonunlari konstantasi sifatida ham tushinishimiz mumkin bo‘ladi. Ya'ni, ***N*** ni gaz molekulalari soni deb atash orqali, gaz qonunini quyidagi ko‘rinishda yozishimiz o‘rinlidir:

$$PV = NkT$$

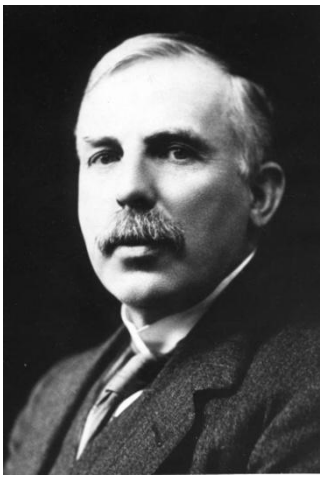
Boltsman o‘zining ideal gazning kinetik nazariyasi haqidagi maqolasida k doimiydan foydalanmagan. Plank esa, agar entropiyaning ifodasi shu darajada umumiylik kasb etsa, demak u har qanday sistema uchun universial bo‘luvchi qandaydir proporsionallik koeffitsiyentiga ega bo‘lishi kerakligini fahmlab qoldi. Turli sistemalar uchun koeffitsiyent turlicha bo‘la olmasligining sababi shunda ediki, masalan, biror gaz va uning yaqinida nurlanish mavjud bo‘lgan joydagi entropiya, gazning entropiyasi bilan nurlanish entropiyalarining yig‘indisiga teng bo‘lishi shart edi. Plank ossilyatorlar sistemasi entropiyasi orqali o‘z qonunini keltirib chiqargan vaqtda, uning qonuni tarkibida ***k*** konstanta mavjud bo‘lgan:

$$U_v = \frac{8\pi h v^3}{c^3} \frac{1}{e^{hv/kT} - 1}$$

Bu formulaga amaliy tajribadan olingan natija qiymatlarini qo‘yib ko‘rish orqali, ***h*** va ***k*** ning son qiymatlarini hisoblab chiqarish mumkin. Plank, ***R*** kattalikdan hamda $\boldsymbol{R}=\boldsymbol{N}_{\mathrm{A}}\boldsymbol{k}$ munosabatdan kelib chiqib, Avogadro sonini hisoblab chiqa oldi. Erishilgan natija o‘sha davrda ma’lum bo‘lgan kattalikka muvofiq kelar edi. Bundan tashqari, o‘sha paytda elektroliz qonunlariga ko‘ra bir valentli ionning bir molidagi elektr toki miqdorini aniqlashning imkoni bor edi. Bunga asosan Plank elektronning zaryadini hisoblab topa oldi. Demak: qora jism nurlanishi qonuni asosida, turli xil fizik hodisalar bilan bog‘liq bo‘lgan har xil konstantalarni – Avogadro soni hamda elektron zaryadini hisoblab topish mumkin!

Maks Plank tomonidan qora jism nurlanishini o‘rganilishi esa, Plank qonunida ishitirok etuvchi ikkita universial konstantalarni ***h*** va ***k*** ning son qiymatini aniqlash imkonini berdi. O‘z navbatida, alohida ravishda aniqlangan ideal gaz doimiysining qiymati, hamda, ***k*** ning qiymatini aniqlash orqali Plank, bir mol moddadagi molekulalar miqdorini, ya'ni, Avogadro sonini hisoblab topishi mumkin bo‘ldi. Elektroliz qonunlaridan va Avogadro sonidan kelib chiqib esa, elektronning zaryadini hisoblab chiqarish imkoni yuzaga keladi. Shu tarzda, Boltsmanning barcha fizik tizimlar uchun bir xil bo‘lgan proporsionallik koeffitsiyentiga ega entropiya qonuni, qora jism nurlanishi, ideal gazlarning bosimi hamda elektroliz singari turlicha fizik hodisalarni o‘zaro bog‘lash, ular orasidagi aloqadorlikni o‘rnatish imkonini berdi.

ELEKTRON ZARYADI



Plankning qora jism nurlanishi, gaz doimiysi hamda, elektroliz qonunlari orasidagi konstantalar orqali hisoblab chiqargan elektronning zaryadi qiymati, hozirda qabul qilingan qiymatga juda yaqin bo‘lgan. Dastlabki vaqtlarda bu qiymatga olimlar unchalik katta ahamiyat qaratishmagan va uni ikkinchi darajali xulosalar qatoriga kiritishgan. Keyinchalik Plankning ushbu natijasining ham ilmiy ahamiyati beqiyos katta ekanligi ma’lum boldi. Ernest Rezerford, Plankning qora jism nurlanishiga oid qonunning tajribaviy tekshiruvlari asosida keltirib chiqarilgan elektron zaryadi qiymati haqidagi maqolani sinchiklab o‘qib chiqdi. Plank keltirgan qiymat, Rezerforning o‘zi tominidan amalga oshirilgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash natijalari bilan nihoyatda yaqin, lekin ancha avalroq J.J. Tomson tomonidan qayd etilgan qiymatdan biroz farq qilardi. Bu voqealarda bir necha yil o‘tib, boshqa bir yorqin fizik olim Nils Bor Manchesterga – Rezerford qo‘l ostiga ishlash uchun yetib keladi va unga o‘zining atom strukturasi haqidagi hali e’lon qilinmagan homaki maqolasini birinchi bo‘lib o‘qishga beradi. Rezerford Borni kuchli rag‘batlantiradi va ishni shunday davom ettirish kerakligini aytib, maqolani albatta va tezroq chop ettirish kerakligini ta’kidlaydi. Rezerfordning fikricha, Borning maqolasida ilgari surilgan fikrlarda mazmunan qarama-qarshiliklar mavjud bo‘lib, ularda ilgari surilgan ba’zi g‘oyalar mumtoz fizika tamoyillariga mos tushmasa-da, lekin undagi yangicha fikrlash va muammoga nisbatan qo‘rqmay bostirib borish hislatilari tahsinga sazovor bo‘lgan ekan. Biroq Rezerfordning keyinchalik tan olishicha, o‘shanda Borni qo‘llab quvvatlashiga va uning inqilobiy goyalarini qo‘rqamay yoqlashiga sabab, uning maqolasidagi faktlar bir muddat avval Plank e’lon qilgan natijalar bilan o‘ta aniqlikda muvofiq kelagani bo‘lgan ekan. Rezreford Plankning ilmiy ishlarida keltirib chiqarilgan doimiy miqdor – ***h*** ning ayna u kutayotgan narsa ekanligigam ya'ni, atom va subatom olamiga olib kiruvchi sehrli eshikning kaliti ekanligiga avvaldan qattiq ishonar edi...

Bu o‘rinda tabiat qonunlarining o‘zaro uyg‘unligi, chuqur universiallik jihatlari namoyon bo‘lgan edi: elektromagnit nurlanishdagi energiya va haroratni o‘zaro bog‘lovchi kosntanta aynan shu narsani atom va molekulalar miqyosida ham bajarmoqda edi. Aynan shu jihat, Plankning xuddi Kopernik kashfiyoti bilan qiyoslanadigan darajadagi kashfiyoti edi. Plank elektrodinamika hamda atom

nazariyasi orasidagi boqg‘liqlikni ilg‘ab qoldi. Bu ham bo‘lsa fizik olamning yagona va yaxlit ekanligini yana bir bora isbotlab turgan edi. Hozirgi kunda Boltsman qonuni istalgan fizik sistema uchun qo‘llash o‘rinli bo‘lgan universial tabiat qonuni sifatida darsliklarda keltiriladi. Va bu mutlaqo haq e’tirofdir. Agar kitobimiz mutolaachisi bo‘lmish muhtaram kitobxonda fizikaning sir-asrorlari olamiga yanada chuqur shong‘ish niyati paydo bo‘lgan bo‘lsa, biz Plank aniqlagan termodinamika, elektrodinamika va atom nazariyalari orasidagi ushbu mo‘jizaviy uzviylik tamoyillari bilan yanada yaqindan tanishishni tavsiya qilamiz.

Plankning termodinamikaga taaluqli boshqa bir ishlarida fanda *Nernst teoremasi* deb nomlanadigan gipoteza yuzasidan mulohazalar ko‘zga tashlanadi. Ushbu teorema keyinchalik olimlarni termodinamikaning uchinchi bosh qonunini keltirib chiqarilishiga yetaklab kelgan edi. XX asrning dastlabki yillarida Valter Nernst, juda past haroratlarda kechadigan ba’zi kimyoviy reaksiyalardagi issiqlikning yutilishi va chiqarilishi hodisasiga aloqador bo‘lgan qator o‘lchashlar seriyasini amalga oshirgan edi. Ushbu o‘lchashlar natijasida u hozirda Nernst teoremasi nomi bilan mahshur qonunni keltirib chiqardi: mutlaq nolga yaqinlashgan sari, barcha jarayonlar entropiyasiz rivojlanadi! Nernst teoremasining ko‘plab boshqa xulosalari qatorida, uning zamirida yana shu narsa yashirinadiki, Kelvin shkalasi bo‘yicha nol haroratga, boshqacha aytgan tabiatdagi mutlaq nol harorat darajasiga erishishning imkoni yo‘q ekan.

Plank, Nernst teoremasi orqali entropiyaning o‘lchov birligini keltirib chiqarish uchun kvant nazariyasini tadbiq etdi va uning uchun quyidagicha ta’rifni taklif qildi: mutlaq nol haroratda, kmyoviy bir jinsli jismning entropiyasi nolga teng. Hozirda bu ta’rif termodinamikaning uchinchi bosh qonuni sifatida e’tirof etiladi.

MUTLAQ NOLGA ERISHISHNING IMKONSIZLIGI

Nernst teoreamsi hamda Plank ta’rifidagi termodinamikaning uchinchi bosh qonuni, mutlaq nol haroratga erishishning imkonsizligini ifodalaydi. Umuman olganda termodinamikaning barcha uchala bosh qonunlari turli xil imkonsizliklarini ifodalaydi. Xususan, birinchi bosh qonunga muvofiq, birinchi tur abadiy dvigatelni, ya'ni, o‘zi iste’mol qilayotgan energiyadan ko‘ra ko‘proq ish bajaridaigan dvigatelni yasashning imkoni yo‘q; Ikkinchi bosh qonunga ko‘ra esa, ikkinchi tur abadiy dvigatelni, ya'ni, uzatilgan issiqlik miqdorini to‘liq ishga aylantiradigan dvigatelni yasash imkonsizligi e’tirof etiladi. Uchinchi bosh qonun esa, aytib o‘tganimizdek, mutlaq nol harorat erishish imkonsizligini uqtiradi. Shunga qaramay, XX asr fiziklari uchun eng katta qiziqishga sabab bo‘lgan va qattiq berilib ishlashga majbur qilgan ilmiy muddaolardan biri – imkon qadat past haroratni qayd etish, mutlaq nolga iloji boricha yaqinlashishga erishish bo‘lgan edi. Bu borada ilk muvaffaqiyatlarga erishgan olim Kammerling-Onnes Xayke (1853-1926) bo‘lgan. U laboratoriyasida mutlaq noldan atiga 3 daraja yuqori haroratga erishgan. O‘zining kriogen texnikasi vositasida u suyuq geliy moddasini olishga erishdi hamda o‘ta o‘tkazuvchanlik hodisasini kashf etdi. Hozirgi kunda olimlar tomonidan, mutlaq nol harorat Kelvin darajasining atiga milliondan bir darajaariga baland bo‘lgan haroratlarga erishilgan.

Olamning o‘lchov birliklari

Qora jismning nurlanishiga, nurlatayotgan bo‘shliqning tabiati hech qanday ta’sir ko‘rsatmaydi. U faqat bo‘shliqning haroratiga bog‘liq. Plank nafaqat ***k***, balki ***h*** ham universial doimiy ekanligini fahmlab qoldi. Bungacha fiziklarga ma’lum bo‘lgan universial doimiylar – yorug‘lik tezligi hamda gravitatsiya doimiysi bilan birgalikda, Boltsman doimiysi va Plank doimiysidan foydalanilsa, o‘lchov birliklarining inson tasavvuriga bog‘liq bo‘lmaydigan, inson bilimlaridan mustaqil bo‘lgan o‘ziga xos alohida tizimini shakllantrisih imkonini berishi oydinlashdi.

Keling shu o‘rinda, fizik kattaliklar o‘lchov birliklarining zamonaviy tizimi XBI - SI (Xalqaro Briliklar Tizimi - System Internationale) qay tarzda yuzaga kelganiga qisqacha to‘xtalib o‘tamiz. Har qanday fizik kattalikni ifodalash uchun bizga o‘lchov birligi zarur bo‘ladi. Masalan, uzunlik va masofani o‘lchash uchun Xalqaro Birliklar Tizimida maxsus birlik qabul qilingan va unga ko‘ra, Shakil O‘Nilning bo‘yi 2.15 metr, London va Prij orasidagi masofa esa, 340.55 kilmetr ekanini ayta olamiz.

Metrdan uzunlik va masofa birligi sifatida foydalanish masalasi shartli ravishda qabul qilingan bo‘lib, u 1875 yil mayida bir nechta davlatlarning delegatlari ishtirokida qabul qilingan Metr konvensiyasiga asoslanadi. O‘sha konvensiyaga ko‘ra metr va kilogrammning etalonlari tayyorlangan bo‘lib ular Parij yaqinidagi Sevr shaharchasida joylashgan O‘lchov va Tarozilar Xalqaro Qo‘mitasi idorasiga doimiy saqlash uchun topshirilgan. Ushbu ikki o‘lchov birligi qatoriga uchinchisi – vaqt o‘lchovi bo‘lmish soniya kiritilgach, ular uchalasi bir bo‘lib, o‘lchov birliklarining MKS (metr-kilogramm-soniya so‘zlarining bosh harflaridan) tizimini shakllantirgan. Hamma davlatlar ham mazkur tizimdan foydalnishmaydi. Masalan, anglo-saks madaniyatiga aloqador xalqlar asosan, uzunlik va masofa uchun mil, yard, fut, dyuym kabilarni, og‘irlik va vazn birliklari uchun esa, unsiya, funt kabilarni kengroq qo‘llashadi. (Masalan, Angliyada massa uchun kilogramm va uning karrali va ulushli birliklari qo‘llanishi kerakligi rasman tasdiqlangan, lekin amalda inglizlar o‘zlarining an’anaviy birliklaridan foydalnishda sobitqadamlik qilmoqdalar). Ayniqsa AQSH davlatining tutgan yo‘li jumboqli: AQSH 1875-yil Metr Konvensiyasini eng birinchi bo‘lib qabul qilgan davlatlar safida bo‘lgan bo‘lsa-da, lekin hali hanuz o‘zining yard va millaridan voz kechib, ushbu xalqaro tizimga o‘tishga shoshilmayotir.

Metr konvensiyasi doirasida qator xalqaro idoralar tashkil qilingan bo‘lib, ularning vazifasi sifatida, Xalqaro Birliklar Tizimini mukammallashtirish, takomillashtirish, ommalashtirish, uzluksiz modernizatsiyalab, ilm-fanning yangi yutuqlari bilan boyitib borish ishlari belgilangan. Shunday faoliyat natijalaridan misol o‘laroq, hozirgi kunda metr hamda soniyaning ta’riflari hamda aniqlanish usuli, dastlabki – birnchi tahriridan butunlay farq qiladi. Chunonchi, soniya avvallari

«Quyosh sutkasining $\frac{1}{86400}$ qismiga teng» deb qabul qilinar edi. Lekin astronomlar tomonidan Quyosh sutkasining davomiyaligi yuqoridagi songa aniq teng emasligi, qolaversa, sutka har doim bir xil uzunlikka ega bo‘lmasligi isbotlangach, yuqoridagi tasdiqning xato ekanligi oydinlashdi. Hozirgi kunda esa, soniyaning XBT dagi qabul qilingan rasmiy ta’rifi quyidagicha: «Soniya – Seziy-133 atomining ikkita o‘ta nozik sathlari orasidagi bir-biriga o‘tishiga muvofiq keladigan nurlanishning 192631770 davriga teng». Ushbu ta’rif, dunyodagi eng aniq ko‘rsatkichli soat – atom soatiga asoslanib keltirib chiqarilgan. O‘z navbatida, metrning ta’rifi ham, universial doimiy bo‘lmish – yorug‘lik tezligi, hamda, soniyaning yangi, yuqoridagi ta’rifidan kelib chiquvchi o‘ta aniq belgilanishi yotadi. Metrning 1983 yilda qabul qilingan amaldagi rasmiy ta’rifi quyidagicha yangraydi: : «Metr – yorug‘likning vakuumda soniyaning $\frac{1}{299792458}$ qismida bosib o‘tadigan masofasiga teng». Qahramonimiz Maks Plankka qaytamiz. Boltsman doimiysi k ning o‘lchov birligi $\frac{kg \cdot m^2}{c^2 \cdot K}$ bilan o‘lchanadi. Plank doimiysi $\boldsymbol{h}$ esa, $\frac{kg \cdot m^2}{c}$ bilan o‘lchanadi. Nyuton tomonidan kashf etilgan universila gravitatsiya doimiysining $\boldsymbol{G}$ ning o‘lchov birligi $\frac{m^3}{kg \cdot sm^2}$ bo‘ladi. Yorug‘lik tezligi $\boldsymbol{c}$ bo‘lsa $\frac{metr}{soniya}$ bilan qayd etiladi.

Maks Plank 1899 yilda Berlin fanlar akademiyasida alohida axborot bilan chiqish qilib, yuqorida qayd etilgan konstantalarni o‘zaro kombinatsiyalash orqali, **masofa**, **massa**, **vaqt** hamda **harorat** kabi fizik kattaliklarni ham o‘lchov birliklarini shakllantirish mumkinligiga e’tibor qaratgan (biz bunday birliklarni hosilaviy birliklar deb ataymiz, chunki ular boshqa, asosiy birliklardan keltirib chiqariladi – *tarjimon izohi*). U mazkur mos ravishda quyidagi formulalarni taklif etgan edi:

$$\sqrt{\frac{Gh}{c^3}} = 3.99 \cdot 10^{-35}\ metr;$$

$$\sqrt{\frac{ch}{G}} = 5.37 \cdot 10^{-8}\ kilogramm;$$

$$\sqrt{\frac{Gh}{c^5}} = 1.33 \cdot 10^{-43}\ soniya;$$

$$\frac{1}{k}\sqrt{\frac{c^5 \cdot h}{G}} = 3.6 \cdot 10^{32}\ K$$

O‘z axborotida Plank shunga alohida urg‘u beradiki, amalda foydalanilayotgan aksariyat o‘lchov birliklari antropometrik, ya'ni, odam tanasi a’zolarining xossalariga asoslangan bo‘lib, bu jihat ilm-fanning yangicha jabhalarida – katta aniqlik talab etiladigan tajriba va texnologiyalarni joriy etishda mutlaqo ish bermasligini ta’kidlaydi. Uning fikricha, agar zamon-makon uyg‘unligi hozirgi ko‘rinishidan tafovut qiladigan o‘zgarishlarga uchramasa, bizdan bexabar istalgan biror tamaddun ham, olam va koinot tilsimlarini, qisqasini aytganda, fizikani tadqiq qila boshlar ekan, kun kelib albatta ushbu kattaliklarni qayd etadi. Chunki ushbu kattaliklar o‘zgaruvchan fizik fenomenlarga emas, balki tabiatdagi o‘zgarmas qiymatlarga – universial kostantalarga biriktirilgandir. Plank bu borada yana quyidagicha qayd qoldirgan:

> «*Tortishish qonunlari, yorug‘likning vakuumdagi tezligi, termodinamikaning har ikkala bosh qonunlari hali amalda ekan, ushbu kattaliklar o‘zining tabiiy qiymatini doimiy bir xil aniqlikda saqlab qolaveradi va demak, ularni o‘lchash ishlari kim tomonidan va qanday usullar bilan bajarilmasin, natija doimo bir xil bo‘lib chiqishi kerak*».

Agar Maks Plank o‘zi taklif etgan tabiiy birliklarning oradan naq bir asr o‘tib ham fizika fani mutaxassis-olimlari orasida kuchli bahs-munozaralarga sabab bo‘layotganini bilganida, qattiq hayratga tushgan bo‘lar edi. Gap shundaki, Plank birliklari yangi ming yillik fizikasining asosiy muammosi bo‘lmish – gravitatsiyaning kvant nazariyasini barpo qilish muammosi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqlik kasb etadi. Xossatan, plankcha uzunlik tushunchasi uzunlikning shunday turini ko‘zda tutadiki, undan qisqa uzunlikda (ya'ni, kichik qiymatda) makon – fazo tushunchalarining o‘zi ham hech qanday ma’no kasb etmay qoladi.

XX asrning eng buyuk fizik olimlari bo‘lmish Eynshteyn, Geyzenberg va Borlarga juda-juda ma’qul kelgan bir fikriy tajribani keltirib o‘tamiz. Shunday tasavvur qilamiz: biz muayyan obyektni lokalizatsiya qilmoqchimiz va unga yorug‘lik nurini yo‘naltirib, nurning obyektga yetib borib, qaytishi vaqtini o‘lchaymiz (aviatsiya radari ham shunga o‘xshash tamoyil asosida ishlaydi). Bizning tajribamiz uchun, yorug‘likning to‘lqin nazariyasi bir qat’iy talabni ko‘ndalang qo‘yadi: o‘sha obyektgacha bo‘lgan masofa, biz foydalanayotgan yorug‘likning to‘lqin uzunligi λ dan qisqa bo‘lmasligi lozim. Mohiyatan bu muammoni hal qilishimiz uchun bizga λ ni o‘zimizga qanday qiymatdagisi kerak bo‘lsa o‘shangacha qisqartirib foydalanishimiz mumkin edi, biroq, kvant nazariyasiga ko‘ra, bunday yo‘l tutish orqali, to‘lqin vositasida qo‘zg‘algan fotonlarning energiyasini kamayib ketishiga olib keladi, chunki: $E = hv = \frac{hc}{\lambda}$

Eynshteynning mashhur formulasi $\boldsymbol{E}=\boldsymbol{mc}^2$ dan kelib chiqadigan xulosa – massa va energiyaning ekvivalentligi, yorug‘lik va gravitatsiya maydoni o‘zaro

bog‘liq ekanini nazarda tutadi. Fotonning energiya qanchalik katta bo‘lsa, u shunchalik kuchli gravitatsiya maydoni hosil qiladi. Shu sababli ham, mabodo biz to‘lqin uzunligini qanchalik sezilarli kichraytirsak, u bilan bog‘liq bo‘lgan fotonlar maydoni yanada intesivlashadi. Bundan esa, fotonlar o‘z atrofidagi fazoning deformatsiyasini keltirib chiqaradi va ko‘zda tutilgan o‘lchashlarni amalga oshirish imkonini yo‘qqa chiqaradi. Aniqlikni orttirish maqsadida, to‘lqin uzunligini qisqartirish amali, o‘zining natijasida hosil bo‘luvchi gravitatsiya effekti tufayli, o‘lchash natijalarining aniqlik darajasini keskin pasaytirib yuboradi (ilg‘ab bo‘lmas holatga keltiradi).

FIZIK JIHATDAN O‘LCHASH MUMKIN BO‘LGAN ENG QISQA UZUNLIK BU – PLANK UZUNLIGIDIR

Umumiy nisbiylik nazariyasiga muvofiq, massa tarafidan o‘zini o‘rab turgan makonning deformatsiyalanishi $\frac{\phi}{c^2}$ ga teng (bu ifodadagi ϕ – gravitatsiya potensiali). Agar biz fotonning gravitatsiya maydonini baholash uchun Nyuton formulasidan foydalansak, unda quyidagicha ifoda hosil bo‘ladi:

$$\phi = G\frac{M}{l} = G\frac{\frac{hv}{c^2}}{l} = G\frac{h}{lc\lambda}$$

Gravitatsion deformatsiyaning qiymati esa quyidagi ifodaga teng bo‘ladi:

$$\Delta l_g = \frac{\phi}{c^2}l = G\frac{h}{c^3\lambda} = \frac{l_p^2}{\lambda}$$

Masofani o‘lchashdagi umumiy noaniqlik taxminan ikkita hodisaning – yorug‘lik to‘lqini uzunligiga va gravitatsion deformatsiyalarning yig‘indisiga teng bo‘ladi:

$$\Delta I = \lambda + \frac{l_p^2}{\lambda}$$

Ushbu ifodaga ko‘ra shu narsa ma’lum bo‘ladiki, gravitatsion effektni kamaytirish maqsadida to‘lqin uzunligini juda kattalashtirib yuborish ham, to‘lqin effektini kamaytirish maqsadida to‘lqin uzunligini juda qisqartirib yuborish ham noaniqlikning ortishiga olib kelar ekan. Deformatsiyaning minimal qiymati mos keluvchi to‘lqin uzunligi – Plank uzunligi deb ataladi va l_p bilan belgilanadi.

Umumiy nisbiylik nazariyasiga ko‘ra, har ikkala effektlar orasidagi aniq munosabatno o‘rnatish mumkin. shunga ko‘ra, deformatsiya ko‘rsatkichi eng kichik minimal qiymatga ega bo‘ladigan to‘lqin uzunligini aniqlash mumkin. Ushbu mulohazaga muvofiq esa, shunday to‘lqin uzunligi, ya'ni, $\lambda = \boldsymbol{l}_p$ uzunlik, plank uzunligi

bo‘lib chiqadi. Demak, tabiatdagi obyektlar orasidagi masofa borasida, fizik jihatdan aniqlash mumkin bo‘lgan eng qisqa masofa bu – plank uzunligi ekan. Plank uzunligii obyektlar orasidagi masofa uchun qo‘llash mumkin bo‘lgan minimal birlik sifatida ham qarash mumkin. Ushbu fakt, Eynshteyn tomonidan shakllantirilgan umumiy nisbiylik nazariyasining muhim xulosalaridan bir bo‘lishi bilan bir vaqtda, shuningdek, kvant mexanikasining ham eng asosiy tasdiqlaridan biri sanaladi. Shu sababli ham, Plank birliklari gravitatsiyaning kvant nazariyasini barpo etishda fundamental muhim ahamiyat kasb etadi

Determinizm yoki sababiyat: biz erkinmizmi?

Maks Plank o‘zi hayotida ko‘rib guvoh bo‘lgan ulkan inqilobiy ilmiy yangiliklarga qaramay, baribir tabiatdagi universial doimiylarning ilm-fan uchun qanchalik katta ahmiyatga ega ekanligi borasida zarracha shubhaga borgan emasdi. Olim universial konstnatlarni «nazariy fizika binosining ustunlari» deb atagan. Plank ilm-fan taraqqiy etib borishi bilan, ushbu konstantalarning ahamiyati ham faqat va faqat ortib borishini bashorat qilib, kelajakda ularning o‘lchash natijalari yanda va yanada katta aniqlik bilan qayd etilishini aytib o‘tgan edi. Uning mazkur taxminlari o‘zini kutilganidan ham ziyoda ravishda oqladi. Ustiga-ustak, XX asrning ikkinchi yarmida yadro fizikasi mutaxassislari tomonidan elementar zarrachalar fizikasi sohasi orqali yangi universial konstantalar kashf eildi.

Plank zamondoshlari bo‘lgan pozitivstlar uchun bunday konstantalar universiallik xossasiga ega emasdi. Aniqrog‘i, ular bunday xossani o‘zini inkor etishardi. Pozitivistlarning fikricha, fiziklar ilgari surayotgan bunday qiymatlar (ya'ni, konstantalar) aslida shunchaki odamozotning aqliy faoliyati mahsuli, ya'ni, o‘ylab topilgan, ijod qilingan narsa deb qaralgan. Bu qiymatlarning universialligi, ya'ni, har joyda va har xil sharoitlarda ham aynan bir xil miqdor kasb etishining boisi esa, ularni doimo odamzot o‘lchayotgani, odamzot tomonidan anglanayotgani emish. Plank esa albatta o‘ziga xos vazminlik bilan, mutlaqo qarama-qarshi fikrda qat’iy turgan. U ilm-fan har doimo faqat fundamental nuqtai-nazarga asoslanishini ta’kidlagan: real olam tuzilishi bizning u haqidagi fikr-mulohazalarimizga umuman bog‘liq emas!

Aynan shunday yondoshuv asosida Maks Plank 1930-1940 yillar orasida ilm-fanning falsafiy asoslari borasida bahs yutiruvchi qator munozaralar ketma-ketligini olib bordi va chuqur tahliliy mulohazalar bitilgan bir nechta risolalarni tayyorladi. O‘sha yillari kvant mexanikasi, Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili, hamda ulardan kelib chiquvchi xulosalar, chunonchi real vowe’likning tasodifiylik izohi, mumtoz fizika uchun muqaddas e’tiqod darajasida bo‘lgan tushuncha – determinizmning da’volarini shubha ostiga olib kiritib qo‘ydi.

ILM-FAN HAMDA DIN: XUDONI TANISHNING IKKI XIL YOLI

Maks Plank butun umri davomida chuqur diniy e'tiqodli, Xudoga ishongan shaxs sifatida yashab o'tdi. Umrining so'nggi yillarida uning e'tiqodi yanda kuchaygan. Olim o'zining ilm-fan hamda dinga nisbatan qarashlarini, 1937 yilda chop etilgan «**Din va fan**» nomli risolasida bayon qilgan edi. Bu risola Plankning o'sha yil may oyida o'qigan ma'ruzalarining nashr varianti bo'lib, omma orasida katta shuhrat qozondi.

Plankning tasavvuricha, ilm-fan hamda din aslida ko'pchilik tushunadiganidek – bir-biridan alohida, boshqa-boshqa tushunchalar emas: Aksariyat ateist kishilar da'vo qiladigandek, ilm-fan hamda din o'zaro teskari, zid narsalar ham emas. Balki din va fan bir-birini to'ldiradigan, uyg'un ne'matlardir. Olim shunday e'tiqodni bayon qiladi: *Din - ateistlar aytgandek, uydirma, to'qib chiqarilgan narsa emas, balki, haqiqatan ham Oliy ilohiy tushunchadir; ayrim dindor peshvolar da'vo qilganidek – fan ham uydirma, dindan yiroq narsa emas. Ilm-fan ham insonni Yaratganga yaqinlashtiradi: ilm, aqliy tajriba hamda tafakkur mahsuli o'laroq, inson qarshisida borgan sari olam sirlari, tabiat qonunlari ochila boradi. Inson borgan sari Yaratganning kuch-qudratini anglab, fahmlab yetadi. Davrimiz ilm-fani tabiatning ko'plab ajoyib sir-asrorlarini kashf qilib bergan bir zamonda, bunday fikrlash johillikdan o'zga narsa emas*.

DIN VA AXLOQ AYRO BO'LA OLADIMI?

Plankning fikricha, ateizm, ya'ni, dinsizilik yanada xatarliroqdir. Bu o'rinda Plank dinni insoniy axloq me'yorlari bilan uzviylikda tasavvur qiladi: «*Dinsiz odamning axloqan sog'lom bo'lishi ham mumkin emas»*. U shunday yozadi: «*Ateizmning g'alabasi, nafaqat insoniyat tamaddunining eng nodir javohirlarini barbod qiladi; undan ham battari, ateizm – yorqin kelajakka bo'lgan umidni ham o'ldiradi. Turli xil dinlarga e'tiqod qiluvchi odamlarning Xudolari ham boshqa-boshqa emas. Yaratgan Xudo bitta. Faqat uni barcha millat va madaniyatlar o'z holatidan kelib chiqib idrok etishadi. Farq shunga ko'ra xolos. Din – insonni kamolotga eltuvchi omildir va u ham tarixan rivojlanib, mukammallashib boradi. Lekin bu degani dinga nisbatan bepisand munosabatda bo'lish mumkin degani emas. Chunki qachonlardir mavjud bo'lgan din, o'sha zamon jamiyatining ahvoliga mos bo'lgan. Bugungi din bugungi jamiyat uchun mosdir. Ko'pchilikni miyasiga bir marta bo'lsa ham keladigan an'anaviy savol bor: «Xudo haqiqatan ham bormi yoki, u odam tasavvuridagi narsa xolosmi? Barcha tafakkur, aql va e'tiqod o'limdan keyin intiho topadimi?» – bunday savolning yagona javobini faqat din bera oladi*».

FANNING AHAMIYATI.

Plank shunday savolni o'rtaga tashlaydi: *Din va fan o'zaro uyg'unmi*? Savolga olimning o'zi aniq-tiniq javob beradi: - *Ha uyg'un, ular bir-butun*! Plankning e'tirof etishicha, dinning ham, ilm-fanning ham asl maqsadi aslida bitta – Oliy Haqni tanish. O'z mulohazasini olim shunday so'zlar bilan yakunlaydi: «*Din hamda ilm-fan birgalikda, bid'at, hurofot, mutaasiblik, aqidaparastlik, hamda, Xudosizlikka qarshi abadiy kurash, tinimsiz jang olib boradi*».

Xuddi Eynshteyn singari, Maks Plank ham determinizm g‘oyalariga sodiq olim bo‘lib, o‘sha kvant mexanikasi, noaniqliklar tamoyili hamda ulardan kelib chiquvchi xulosalar orqali yuzaga kelayotgan ikkilanishlarning tezroq bartaraf etilishi, buning uchun esa, kvant nazariyasining determinizmni tiklashga xizmat qiluvchi yangi, mukammal talqini yuzaga kelishi kerakligini ta’kidlagan.

Gap shundaki, determinizmni himoya qilish masalasi, inson iztiyor erkinining o‘z qo‘lidami, yoki yo‘qmi degan falsafiy savol bilan bog‘liq edi. Ushbu masala chuqur axloqiy va ma’rifiy jihatlarni qamrab olib, Maks Plank singari kuchli e’tiqodli kishini tashvishlantirmasligi mumkin emas edi.

Aksariyat fiziklar singari men ham shu narsaga qat’iy aminmanki, kvant nazariyasi oxir-oqibatda o‘zining tenglamalar orqali ifodalanadigan aniq ta’rifiga ega bo‘ladi va o‘z navbatida bu tenglamalar, sababiyat qonunini yanada mukammal ta’riflash uchun xizmat qiladi.

Maks Plank «Fan qayoqqa qarab ketyapti?» risolasida.

Sababiyat tamoyiliga ko‘ra, sodir bo‘layotgan barcha hodisalarning o‘z sababi va oqibati mavjud. Ushbu tamoyilga ishonadigan kishilar uchun indeterministlar qarshi chiqishadi. Indeterministlarning fikricha, tabiatda biror narsaning haqiqiy sababiyati mavjud emas. Agar ikkita hodisa ketma-ket sodir bo‘lsa, (masalan, biz fortepiano klavishasini bossak va ketidan uning tovushini eshitsak) bu ularning biri ikkinchisinin sababi sifatida qaralishi kerakligini anglatmaydi. Biz faqatgina shuni ayta olamizki, bu ikki hodisa real voqe’likda sodir bo‘ldi. Indeterminist odam, ko‘z o‘ngida sodir bo‘lgan ikkita ketma-ket hodisa, haiqiqatan ham u necha marta ko‘rgan bo‘lsa, o‘shancha martasida ham aynan ketma-ket, bir ikkinchisi ortidan sodir bo‘lganligini tan oladi. Bunday g‘alati yondoshuvning nisbatan tugal ko‘rinishi Devid Yum g‘oyalarida namoyon bo‘ladi. U sabab-oqbiat haqida bahs yuritishdan tiyilib, ehtimoliylik, tasodifiylik haqida mulohaza qilishni ma’qul ko‘radi. Albatta quloqqa g‘alati va g‘aliz eshitiladi. Lekin o‘zining nisbatan tugal shakliga kirib ulgurgan bunday g‘oyalarni butunlay inkor qila oladigan faktlarni keltirishning o‘zi ham olim-faylasuflar uchun hozircha mushkul bo‘lmoqda.

Plankning sababiyat tamoyilini zo‘r berib himoya qilishining omili esa, uning mazkur tamoyilsiz ilm-fanda ilmiy tadqiqotlarni yuritishda, muhim ilmiy xulosalarni yasashda, ushbu tamoyilsiz hech narsaga erishib bo‘lmaydi degan qat’iy ishonch-e’tiqodi bo‘lgan. Variativlik va sababiyat tamoyilining natijalari, har qanday ilmiy tadqiqot uchun asos-poydevor bo‘lib xizmat qiladi deydi Plank.

Determinizmning amaliy namunalarini ko‘rsatish, tushintirish uchun Plank, tashqi olamni ikki qismga: bizga sezgi organlari orqali tanish bo‘lgan hissiy olam hamda, uni matematik formulalar va nazariyalar orqali ifodalaydigan fizik olamga taqsimlaydi. Kelajakdagi biror hodisani bashorat qilish uchun, unga taaluqli parametrlarni avval hissiy olamda o‘lchab olish, olingan natijalarni fizik olamga olib o‘tish, fizik olamda tegishli hisob-kitoblarni bajarib, yana hissiy olamga qaytish kerak. Masalan, agar gap Quyosh tutilishi haqida ketayotgan bo‘lsa, unda berilgan vaqt uchun avval Oy va Quyoshning vaziyatini aniqlash, trayektoriyalarini hisoblash va ular asosida, ushbu osmon jismlarining bizga Quyosh tutilish sifatida ko‘rinadigan samoviy holati qachon va qayerda sodir bo‘lishini aytish mumkin. Hissiy olamdan fizik olamga va aksincha o‘tishda muayyan noaniqlik kelib chiqadi, chuki, aytilingan o‘lchash va hisoblashlarni mutlaq aniqlik bilan bajarishning iloji-imkoni yo‘q. Xossatan biz, Oyning vaziyatini, qo‘l ostimizda mavjud o‘lchov asboblarining aniqlik imkoniyati darajasidagina o‘lchay olamiz xolos. Plank ham o‘z dalillarini keltirishda, xuddi shunga o‘xshash misollardan foydalanadi: u minora balandligini, mayatnik tebranish davrini, chiroq yorug‘ligini misol qilib keltiradi.

Olti tomonli kubikni tashlashda, uning biror tomoni bilan yuqoriga qarab tushish ehtimolini oltidan bir deb baholaymiz. Odatda biz tashlashdan keyingi natijani tasodif deb hisoblaymiz. Lekin, agar biz, kubikning boshlang‘ich vaziyatini, tashlaganimizdagi boshlang‘ich tezligini, tashlash onidagi uning orientatsiyasini, kubik yasalgan moddaning kimyoviy-fizik xossalarini, hamda u borib tushadgina stol (taxta)ning xossalarini oldindan aniq bilsak va ular asosida tegishli murakkab hisoblashlarni bajara olsak, kubikning qaysi tomoni bilan tushishini oldindan aniq aytib bera olgan bo‘lar edik. Chunki kubik – mumtoz determinizmga bo‘ysunadi.

Determinizmning asl mohiyatini ochib berish uchun Maks Plank issiqlikning kinetik nazariyasiga murojaat qiladi. U entropiya tushunchasi bilan, ya'ni, biror o‘ziga xos sistemaning turli mexanik holatlarining ehtimoliylik ko‘rsatkichi bilan chambarchas bog‘liq. Sistemalar eng katta entropiya ko‘rsatkichi tomon – muvozanat sari intiladi, chunki bu – ehtimoliy jihatda eng katta ko‘rsatkichga ega (ya'ni ehtimolligi eng yuqori holat). Biz ko‘rib turgan olam bizga xuddi oldindan birlib bo‘lmaydigan hodisalarga va tasodiflarga to‘ladek ko‘rinadi. Lekin agar biz mikrodunyoga – molekulalar olamiga nazar solsak, ularning bir-biri bilan mexanikaning mutlaq deterministik qonuniyatlar asosida to‘qnashayotganligini ko‘ramiz. Berilgan sistemaning entropiyasini aniqlash uchun, har bir alohida olingan to‘qnashuvning o‘rta statistik qiymarti olinadi. Plank bundan shunday xulosa qiladi: makroskopik kattaliklar ham orta statistik qiymat bo‘lib, ular ham tasodifiy fluktuatsiyalar orqali ifodalanishi mumkin. Lekin, biz makrodinyodagi vaziyatni ham mikroskopik miqiyosdam batafsil ko‘rib chiqsak, har qanday sistemaning o‘zini tutishi aslida deterministik qonunlarning mahsuli ekanini ilg‘aymiz.

Unda kvant mexanikasichi? Maks Plank oʻzining sababiyat tamoyili haqidagi qarashlari bayon etilgan «Fan qayoqqa qarab ketyapti» nomli risolasini nashr ettirganida, kvant mexanikasi amalda deyarli shakllantirib boʻlingan edi. Olimlar tomonidan qizgʻin qarshi olingan doktrinaning asosiy qismlari – Geyzenbergning noaniqliklar tamoyili hamda Shryodingerning toʻlqin funskiyasining ehtimoliylik izohini oʻz ichiga olgan. Bu ikki tamoyilga binoan, biz elektronning qayerda turganini aniq bila olmaymiz, lekin, joriy vaqt davomida uning muayyan joyda paydo boʻlishini oldindan aniq hisoblashimiz mumkin. Plank ushbu jihatni kvant doktrinasining taraqqiyoti sari qadam deb qabul qiladi. Lekin Eynshteyn va Shryodinger singari, u ham bu boradagi soʻnggi soʻz hali aytilgani yoʻq deb hisoblaydi.

Maks Plank oxir-oqibatda fizika qonunlari va taoyilalri borasida sababiyat tamoyiliga va undan kelib chiquvchi determinizmga qat’iy ishonch bildiradi. Lekin odam, inson haqidachi? Shaxs haqida nima deyish mumkin? Olimning fikricha, sababiyat tamoyili ixtiyor erki tushunchasi bilan oʻzaro mos keladi. Tashqi tarafdan qaraganda, xuddi ziddiyat singari koʻrinadigan ushbu fikrni ravshanlashtirish uchun, Plank inson-obyekt va inson-subyekt orasidagi tafovutni yaxshilab angalb olishni taklif etadi. Ya'ni, u «boshqalar» va «oʻzim» orasidagi farqni tushunib yetish kerakligini ta’kidlaydi. Masalan, ruhshunos oʻz mijozlarining hatti-harakatini oʻrganib chiqayotganida, u odamlarning muayyan harakati sababiyat qonuniga asoslanadi deb qaraydi. Ya'ni, u odamning hatti-harakati sabab-oqibat zanjiridan iborat boʻlib, odamning har bir hatti-harakati albatt oʻzining tag zamirida yotgan chuqur sababiga ega boʻladi. Odam shaxsiyatini tubdan chuqur organish, uning muayyan vaziyatda qanday hatti-harakat qilishini, qanday yoʻl tutishini oldindan aytib berish imkonini tugʻdiradi. Maks Plank shunday qayd qiladiki, agar odamlarning hatti-harakatlarini oldindan payqash, taxmin qilish imkoni boʻlmaganida, ya'ni, odamzot tabiati oldindan aytib boʻlmas darajada tasodifiylikka ega boʻlanida, biz yashayatgan olam allaqachon oʻta tartibsiz va xaotik koʻrinishga kelib qolardi. Chunki bunday holda biz nafaqat boshqalarning, balki oʻzimizning ham nima harakat qilishimizni oʻzimiz ham bilolmasdan (anglolmasdan), keyingi lahzada nima qilishimiga aqlimiz yetmaydigan boʻlib qolardik.

Ammo, lekin, biroq... biz oʻzimiz haqimizda oʻzimiz kuzatayotganimizda vaziyat oʻzgaradi. Chunki obyekt bir vaqtning oʻzida subyekt ham boʻlolmaydi. Masalan, koʻz oʻzini-oʻzi koʻra olmaydi. Biz oʻtmishda qabul qilgan qarorlarimiz yuzasidan sabab-oqibat ketma-ketligi zanjirini oʻrganib chiqa olamiz. Lekin oʻsha lahzadagi oʻzimizning hatti-harakatimizni oʻzimiz avvaldan bila olmaymiz chunki, oʻzimiz kelajagimizni belgilab beruvchi shartlarning birimiz, omillarning eng asosiysimiz. Odam oʻzini-oʻzi avvaldan bashorat qilishi mumkinligi mantiqqa sigʻmaydi va imkonsizdir: Plankning fikricha bu narsa – yumaloq kvadratni tasavvur qilish bilan barobardir. Bizning ixtiyorimiz oʻzimizda. Qabul qilayotgan

qarorlarimizni mustaqil ravishda qabul qilamiz va ular uchun mas'ulmiz. Ilmda ham avvalo axloq ustun bo‘lmog‘o lozim.

Maks Plankning ushbu maslaklariga nisbatan, undan keyingi o‘tgan yillar nuqtai nazaridan nima deyish mumkin. Kvant mexanikasi borasida shuni qayt etmoq o‘rinliki, Eynshteyn, Shryodinger hamda Maks Plank orzu qilgan deterministik kvant nazariyasi hali-hanuz bo‘y ko‘rsatgani yo‘q. Ehtimoliykik tamoyili esa o‘zining fundamental ahamiyatini faqat mustahkamladi. Radioaktiv yadroning parchalanish lahzasini oldindan aniq belgilashning imkoni yo‘q. Biz uning u yoki bu lahzada sodir bo‘lishi ehtimolini hisoblab chiqarishimiz mumkin; shuningdek biz, berilgan namunada soniyasiga parchalanayotgan atomlarning o‘rtacha kattaligini mutlaq aniqlik bilan hisoblab chiqara olamiz; tabiiyki biz muayyan kimyoviy elementning qaysi izotoplari beqaror bo‘lib, ertami-kechmi baribir parchalanishini, hamda qaysi izotoplari barqarorligini aniqlay olamiz. Lekin, shuncha narsani aniqlab, bilib olishimiz badali bizga yadroviy parchalanishning o‘zi qachon sodir bo‘lishi haqida aniq gap aytish imkonini bermaydi. Bu ehtimoliylik, yuqorida yodga olib o‘tilgan holat – kubik misolida tubdan farq qiladi. Bundagi tasodifiylik, ehtumoliylik modda tabiati bilan chambarchas uyg‘unlikka ega bo‘lib, usiz hecham iloji yo‘q. So‘nggi yillardagi erishilgan ilm-fan va texnika yutuqlari ham ushbu tasdiqni inkor etish uchun zarracha ham dalil keltira olmadi va aksincha uning haq ekani borasida yangidan yangi isbotlar taqdim qilmoqda. Vaziyat amalda issiqlik nazariyasi bilan bo‘ladigan holatga juda o‘xshab ketadi. Biz issiqlik bilan bo‘lgan holatda ham bitta emas, balki trillionlarb atomlarining hatti-harakatini baholaymiz va shu sababli ham o‘rtacha qiymat ham juda, o‘ta aniq natija beradi. Shunga ko‘ra, qancahlik paradoksal tuyulmasin, aynan kvant mexanikasining bashoratlari, ilm-fandagi eng aniq bashoratlar sanaladi.

Yana bir inqilobiy hodisalardan biri shu bo‘ldiki, indeterminizm barcha fizik qonunlarda va har yerda ko‘zga tashlana boshladi. 1960-yillar oxirida amerikalik meteorolog Edvard Lorents, atmosfera konveksiyasi sodda sistemasining boshlang‘ich shartlaridagi sezilarsiz o‘zgarishlar ham, ko‘lami jihatdan turlicha oqibalarga olib kelishi mumkinligi haqida xulosa chiqardi. Ushbu xulosani ilm-fanda *kapalak effekti* deyiladi. Adabiy atamag o‘xshab ketadigan ushbu ilmiy terminning ma'nosi – determinatsiyalangan xaosdir (aniq sabab-oqibat zanjiriga ega tartibsizlik). Ushbu atamani ko‘pincha noto‘g‘ri talqin qilinadi: tornado sayyoramizning faqat ma'lum mintaqalarida va muayyan ob-havo sharoitlarida yuzaga keladi. Xususan, Alyaskada mussonlar bo‘lmaydi va Madridda to‘fon ko‘tarilmaydi. O‘z iborasida Lorents shuni aytmoqchi bo‘lganki, muayyan bir kundagi va joydagi atmosferaning aniq hatti-harakati, boshlang‘ich shartlarga juda-juda kuchli bog‘liqdir; boshlang‘ich shartlarning juda sezilarsiz darajadagi o‘zgarishining oqibati o‘laroq, tornado bugun emas, boshqa kuni bostirib kelishga o‘zgarishi mumkin.

Braziliyadagi kapalakning qanot qoqishi Texasda tornadoga sabab bo‘ladi.

Edvard Lorents, «Kapalak effekti»ning izohi.

O‘ylab qaralsa, determinatsiyalangan xaos ham tashlanadigan kubik misolidan unchalik farq qilmaydi. Chunki kubikning qanday tomon bilan tushishi ham boshlang‘ich shartlarga chambarchas bog‘liqdir. Masalan, o‘sha kubikni sal teparoqdan yoki, sal kuchliroq tashlansa, umuman boshqacha natijaga olib keladi. Lekin kubikda yana biz nazorat qila olmaydigan ko‘plab boshqa jihatlar ham bor: qirralardan birining notekisligi, yuzalarining notekisliklari, u tashlanadigan stolning qiyaligi va ho kazo. Lorents bayon qilgan narsa – uchta o‘zfaruvchili sistema bo‘lib, ularning o‘zini qanday tutishini oldindan aytib bo‘lmaydi. Hozirgi kunda ilm-fanda Lorents aytagniga o‘xshash yana ko‘plab misollar mavjud bo‘lib, ularning paydo bo‘lishi va o‘rganilishi oqibatida yangicha matematik strukturalar – fraktallar hamda, g‘alati attraktorlar sohalari yuzaga kelidi. Shunisi qiziqki, bularning natijasida, oldindan aytib bera olmaslik omili mumtoz mexanika qa’riga ham kirib keldi. Yani u bizning kundalik hayotimizda ham o‘z aksini topa boshladi. Aynan mana shu muayyan holatni olib qarasak, bu o‘rinda fizika Plank bashorat qilganidan tamomila ters yo‘nalishda ketmoqda. Lekin bu narsadan o‘ta keskin xulosalar chiqarish kerak emas. Noaniqliklar tamoyili fanga kirib kelganidan buyon, keyingi o‘n yilliklarda eng avvalo, fizik sistemalar dinamikasini yanasa chuqur o‘rganilishi natijasida, qolaversa, informatikaning keskin sakrashlar bilan taraqqiy etishi, axborotni qayta ishlash samaradorligi va sifatining ortishi evaziga, eng muhimi esa, meteorologik kuzatuvlar tarmog‘ining sifat jihatdan yangi bosqichga ko‘tarilishi tufayli, ob-havo ma’lumotlari har qachongidan ham kattaroq aniqlik bilan to‘g‘ri bo‘lib chiqmoqda.

Ijtimoiy fanlarga keladigan bo‘lsak, aytish joizki, o‘tgan vaqt davomida ular bosib o‘tgan yo‘l, fizikaning bosib o‘tgan yo‘li bilan mutlaqo qarama-qarshidir. Sababiyat tamoyili – jamiyat va insonni tadqiq etish bilan shug‘ullanuvchi olimlar uchun hanuz fundamental ahamiyat kasb etib kelmoqda. Statistik anomaliya muttasil takrorlanayotgan bo‘lsa va uning qiymati katta bo‘lsa, demak uni sababini aniqlamoq darkor. Ta’kidlash joizki, aynan ushbu omilni o‘rganish natijasida, u yoki bu kasallikning xatar omilini aniqlash va yangicha dori-darmonlarni kashf etishga erishilgan. Xatar omilini aniqlash masalasi esa, ayrim hollarda butun boshli xalqlarning ijtimoiy turmushida katta ijobiy o‘zgarishlarga sabab bo‘ldi. Hozirda sababiyat tamoyilini tadbiq etgan holda, insonning irsiy omillari, oilaviy, iqtisodiy yoki ijtimoiy sharoitlaridan kelib chiqib, uning hatti-harakatini, o‘zini qay vaziyatda qanday tutishini o‘rganuvchi va bu narsalarni oldindan katta aniqlik bilan aytib bera oluvchi tadqiqot yo‘nalishlari mavjud. Albatta bu juda murakkab jarayon, lekin aytish mumkinki, bunday tadqiqotlarning yakuniy maqsadi – biz bilan ro‘y berayotgan

narsalarning barcha-barchasini aniqlash imkonini ko‘zda tutadi. Plankni tashvishlantirgan masala, ya'ni, insonning ixtiyor erki muammosi hozirda ham o‘z dolzarbligini yo‘qotgan emas: Biz sababiyat qonuni doirasidan chiqa olmaydigan, ixtiyori o‘zida bo‘lmagan, temirtan mavjudotlarmizmi? Tabiat hodisalarining sabaiyat ketma-ketligi orasida inson shaxsining ixtiyor erki va mas’uliyati tushunchasiga o‘rin bormi?

Plank insonning ixytiyor erki haqida yozgan vaqtlarda bu savol asosan falsafiy nuqtai-nazardan qaralar edi va boshq olimlar bilan muhokama qilinardi. Hozirda esa bu masala tobora ilmiy tadqiqot obyektiga aylanib bormoqda. Biz «ilmiy tadqiqot obyekti» deganimizda shuni nazarda tutamizki, bunda muayyan ilmiy gipotezalar ilgari suriladi va ular qator laboratoriya tajribalari vositasida mukammal tekshiriladi.

IXTIYOR ERKI BILAN TAJRIBALAR

San-Fransiskodagi Kaliforniya institutining nufuzli neyrofiziolog olim Benjamin Libet (1916-2007) o‘tkazgan mashhur tajribada shunday hatti-harakat tekshiriladi: tajriba obyekti bo‘lishga rozilik bergan ko‘ngilli shaxsga o‘zi istagan vaqtda biror qo‘l harakatini bajarishni, masalan tugmani bosishni so‘raydi va aynan o‘sha onda, ya'ni, ko‘ngilli odam, o‘zi istab tugmani bosayotgan lahzadagi ensefalogrammani oladi. Libet va uning ilmiy jamoasi tajriba davomida shuni aniqlashdiki, qo‘l harakatini amalga oshirishga buyruq beruvchi siganl – miyaning motorika po‘stlog‘iga neyron signallarining uzatilishi, kishining ongli ravishda hatti-harakat boshlashidan oldinroq sodir bo‘lar ekan. Boshqacha aytganda, Libet tajriba o‘tkazgan kishida, tugmani bosish haqidagi qaror avvaliga ongli ravishda qabul qilinmagan, aksincha, tugma bosib bo‘lingach, yoki u bosilayotgan vaqtdagina ong qaror qabul qilinganini fahmlab yetgan. Libet tajribasi turli texnik vositalarni qo‘llash orqali, hamda boshlang‘ich shartlarni keskin o‘zgartirishlar bilan qayta-qayta turli talqinlarda takrorlab ko‘rilgan. Masalan, ko‘ngillilarga, qo‘l harakati bilan ikkita buyumdan birini tanlash, ko‘z harakati, ya'ni, nigoh bilan ekrandagi obyektga nazar tashlahs kabilar taklif etilgan. Natijada Libet boshliq olimlar guruhi shu xulosaga kelishdiki – ixtiyor erki degan narsa aslida o‘z-o‘zini aldashdan, ya'ni, illyuziyadan boshqa narsa emas. Biz harakatlarni ongli ravishda bajaramiz deb o‘ylaymiz xolos, aslida harakatlarimiz o‘z ongimiz ilg‘amaydigan, lekin uni o‘zini ham boshqaradigan jarayonlar tomonidan boshqariladi.

Ayrim neyrofiziologik tajribalar shunga ishora bermoqdaki, ixtiyor erki aslida puch tushuncha bo‘lib, illyuziyadan o‘zga narsa emas. Agar bu nuqtai-nazarga ishonadigan bo‘lsak, demak odam juda murakkab avtomatlar turiga mansub ekan, taasuki, avtomat... Lekin, neyronlar faoliyatidagi fizik va kimyoviy fluktuatsiyalar juda turli tuman elementlar yuzaga keltirishini e’tiborga olsak, hamda, deterministika dinamikasining o‘zi ham xaotik bo‘lishi mumkinligiga diqqat qilsak, bizning hatti-

harakatlarimizni va qabul qilayotgan qarorlarimizni avvaldan tayin qilingan deb aytish mushkul bo‘lib qoladi. Agar bunday masalalar dengizini har tomonga kezib chiqsak, oqibatda shunday xulosa yuzaga chiqib qoladiki, insonda na ixtiyor ham yoq va na hech narsa oldindan belgilanmagan ham.

Bunday xulosalar Plankni quvontirmagan bo‘lardi. Fizikaning mumtoz determinizmdan zamonaviy indeterminizmgacha bosib o‘tgan paradoksal yo‘li timsolida tanganing tarigi tarafini ham qarash joiz: unda bilogiya va psixologiyada keng rivojlanayotgan va ajoyib natijalar berayotgan determinizmni ko‘ramiz. Balki biz yaqin yoki uzoq kelajakda mazkur ikki tendensiyaning o‘zaro birlashishini ko‘rarmiz. Shubhasizki, yaqin yillar ichida ilm-fan bu borada ham yangida-yangi qiziq kashfiyotlar bilan bizni xursand etadi.

O‘rmonga qochib...

II-jahon urushi yillari Plank va uning oilasi uchun juda qiyin kechdi. Biz uning o‘g‘li Ervin Plankni natsistlar qatl etishgani haqida yuqorida ham yozdik. Bunga qadar, aniqrog‘i 1944 yilning 15-fevral sanasida Maks Plankning Berlindagi uyi bombardimon qilingan b o‘lib, natijada olim boshpanasiz qoldi. Bu shunchaki yashash joyidan mosuvo bo‘lishgina emas, balki ulkan ilmiy musibat ham edi. Chunki o‘sha bombardimon natijasida Maks Plankning barcha kitoblari, qo‘lyozma ilmiy ishlari, yozishmalari, qaydlari, tajriba natijalari bayon qilingan shaxsiy arxivi, qo‘yingki, olim uchun qadrli bo‘lgan ulkan xazinaning ham kuli ko‘kka sovurildi. Plank sal avvalroq, 1943 yil bahorida Berlindan g‘arbda joylashgan kichikkina Rogets shaharchasidan ham boshpana topib qo‘ygandi. Lekin sharqdan tobora yaqinlashib kelayotgan sovet armiyasi hamda, gardbdan kelayotgan ittifoqchi qo‘shinlarning jdala harbiy harakatlari natijasida Rogets ham tinch shaharcha maqomidan bir zumda mosuvo bo‘ldi va jang maydoniga aylandi. Plank xotini Marga bilan o‘rmonga qochib yashirinishga va bostirma chaylada jon saqlashga majbur bo‘ldi. Ustiga ustak, ancha qarib, yoshi bir joyga borib qolgan olim, bel sohasidagi chidab bo‘lmas og‘riqlardan azob chekardi. Ittifoqchi qo‘shinlar Rogets hududini va Plank yashiringan o‘rmonni ham egallashgach, Gyottingen universiteti eksperimental fizika professori Robert Pol (1884-1976) bir amallab Plank bilan aloqa o‘rnatadi va uni Gyottingenga, o‘z jiyanining xonadoniga ko‘chib o‘tishiga ko‘maklashadi.

1946 yil iyulida Maks Plank Qirollik Jamiyatining taklifi bilan Londonda mehmon bo‘ladi va Isaak Nyuton tavalludining 300 yillik tantanalarida ishtirok etadi. Plankning mazkur tantanada juda iliq kutib olishadi va hurmat-izzatini joy-joyiga qo‘yishadi. Aynan ushbu marosim vaqtida, urushda g‘olib chiqqan davlatlar tomonidan qabul qilinishi kerak bo‘lgan muhim qaror muhokama qilinadi:

Kayzer Vilgelm Jamiyati taqdiri nima bo‘ladi?

Maks Plank ikkinchi xotini Marga fon Xyosslin bilan birga. 1946 yilga taaluqli fotosurat.

Qonli va fojiali urush tugagach, Maks Plank olmon ilm-fanini qaytadan oyoqqa turg‘azish uchun jiddi-jahd qilib, harakat qila boshladi. Uning sa’y-harakatlari evaziga Kayzer Vilgelm Jamiyati urushdan keyin tubdan isloh qilindi qayta tashkillanib, yangi ilmiy jamiyatga aylantirildi. Bugungi kunda ham jahonning eng nufuzli ilmiy jamiyatlaridan biri sanaluvchi ushbu ilmiy muassasa kitobimiz qahramoni nomi bilan, ya'ni, Maks Plank Jamiyati deb nomlanadi!

Kazyer Vilgelm Jamiyati 1911 yilda tuzilgan bo‘lib, bir necha ilmiy muassasalarni davlat rahnamoligi ostida birlashtirishni maqsad qilgan edi. Jamiyatning ilk raisi Adolf fon Garnak bo‘lib, uning o‘rniga keyinchalik qahramonimiz Maks Plank tayinlangan edi. Plank ham iste’fod bergandan so‘ng, jamiyat raisligi Karl Bosh qo‘l ostiga o‘tgan. Urush yillaridan esa mazkur jamiyatga Albert Volger ismli olim rahbarlik qilgan bo‘lib, lekin u 1945 yil aprelida, ya'ni fashistlar Germaniyasining taqdiri uzil-kesil hal bo‘lib, Germaniyaning so‘zsiz kapitulyatsiyasi tez orada albatta sodir bo‘ladigan qochib qutilib bo‘lmas haqiqat sifatida oydilnalshib qolgach, o‘z joniga qasd qildi. U shunchaki asrga tushishni istamagan bo‘lsa kerak. Shu tarzda, urush yakuniga ko‘ra, Kayzer Vilgelm Jamiyatining aksar a’zolari halok bo‘lishgan, institut binolari vayron qilingan va avvalgi ilmiy salohiyatdan asar ham qolmagan edi. Ittifoqchi qo‘shinlar nazorati ostida bo‘lgan hududlarda, masalan, fransuz va ingliz armiyalari nazorati ostidagi yerlarda Jamiyat a’zolariga ilmiy faoliyatni davom ettirishga ruxsat berishdi. Lekin amerikaliklar bunday imtiyoz berishga konishmadi. Chunki AQSH mansabdorlari nemis olimlariga natsistlarning ta’siri allaqachon singib ketgan va ularda millatchilik o‘chog‘i mavjud deb qarashardi. Shunday bir parokanda sharoitda, 1945 yilning may oyida, allaqachon 87 yoshni urib qo‘ygan Maks Plank yana mazkur jamiyat raisligini o‘z zimmasiga olsihga majbur bo‘ldi. Qayta tiklash va bunyodkorlik ishlarining tamal toshini qo‘yib, kelajak taraqqiyot uchun izchil ilmiy yo‘nalishlarni belgilab bergan Plank, 1946 yil aprelida o‘z lavozimini ishongan shogirdlaridan biriga – uranning parchalanishini kashf etgan olimlardan bo‘lmish Otto Ganga bo‘shatib berdi. Plankning o‘z vatani ilm-fani taraqqiyoti uchun ko‘rsatgan so‘nggi va ehtimolki eng katta xizmati shu bo‘ldiki, u ittifoqchi qo‘shinlar, ya'ni, Germaniyani g‘arbdan ishg‘ol qilib kelgan davlatlar – Angliya, Fransiya hamda AQSH hukumatlari bilan muzokaralar olib borib, ular ixtiyoridagi egallangan hududlarda sobiq Kayzer Vilgelm Jamiyatining avvalgidek, yaxlit bir-butun muassasa tarzida faoliyat ko‘rsatishi, boshlangan va rejalashtirilgan ilmiy tadqiqotlarning davom ettirilishi uchun ruxsat olib berdi. Bu muzokara oson bo‘lmagani aniq. Zero, egallangan hududlarda o‘z hokimiyatini o‘rnatgan g‘olib taraflar odatda yengilgan taraf so‘ragan har qanday shartlarni inkor etishadi, yoki, hatto muzokara ham o‘tkazishmaydi. Ayniqsa, harbiy amaldorlar ichida ilm-fan bilan bog‘liq qadriyatlarni unchalik ham pisand qilmaslik holati mavjud va bu narsa ishg‘ol qilingan mamlakat kishilariga nisbatan ikki karra terslik bilan namoyon bo‘ladi. Bu o‘rinda shubhasizki, Maks Plankning nafaqat olmon xalqi, yoki Germaniya davlati, balki butun dunyo ilm-fani oldidagi ko‘rsatgan buyuk xizmatlari, beqiyos ilmiy nufizi katta o‘rin tutgan bo‘lsa ehtimol. Har holda Plank, falokatga uchragan va tiklab bo‘lmas talofotlar ko‘rgan olmon ilmiy jamiyati va akademik muhitini qayta oyoqqa turg‘azish uchun, qo‘lidan kelgan va kelmagan hamma narsaga tayyor edi va u butun vujudi bilan shunga qattiq urindi...

Germaniyaning taslim bo‘lishi yana bir jiddiy o‘zgarishni keltirib chiqardi. Maks Plank raislik qilgan va endilikda Otto Gan rahbarligida faoliyat ko‘rsatayotgan Kayzer Vilgelm Jamiyatiga yangi nom berish zarur edi. Chunki bu nom Germaniyaning istilochilik siyosati debochasi bo‘lmish Kayzer nomi bilan bog‘liq bo‘lib, g‘olib davlatlar hukumatlarnini bu narsa umuman qanoatlantirmas edi. Bunday sharoitda hamma uchun eng maqbul va to‘g‘ri variant aynan Maks Plank nomi bo‘lib chiqdi. Harholda Maks Plank butun urush davomida Germaniyada qolib yashagan bo‘lsa hamki, lekin bu uning natsistlar rejimini ma’qullaganini anglatmasdi. Harholda uning fashistlar bilan hamkorlik qilgani, yoki, hech bo‘lmasa ularga xayrixoh bo‘lgani haqida ham biror tayinli ma’lumot bo‘lmagan. Qolaversa, uning suyukli o‘g‘lini fashistlar qatl etishgani, olimni o‘zi esa bir necha yil ta’qibda bo‘lgani ma’lum. Shu tarzda, 1946 yilning 11-sentaybr sanasida, buyuk olim, tengsiz ustoz-fizik, sahiy homiy, kuchli rahbar, bir so‘z bilan aytganda, XX asr olmon ilm-fanining haqiqiy rahnamosi Maks Plank nomi bilan, tubdan isloh qilingan, mutlaqo yangi taribdagi ilmiy jamiyat – Maks Plank Jamiyati qaror topdi. Avvaliga uning faoliyati G‘arbiy Germaniyadagi faqat ingliz hududida yuritilishiga ruxsat berishdi. Lekin 1949 iyiliga kelib, g‘arbiy hududning har uchala qismida Maks Plank Jamiyati faoliyati qonuniylashtirildi va to‘liq ko‘lamda ishlay boshladi. Maks Plank Jamiyatining raisi sifatida, aytib o‘tganimizdek Otto Gan ish boshladi. Plankning bir umrlik yaqin do‘sti va iste’dodli shogirdi Maks fon Laue, ustozi nomi bilan ataluvchi mazkur nufuzli ilmiy muassasaning bosh ilmiy kotibi lavozimini egalladi. Verner Gezyenberg esa Maks Plank nomli Fizika Institutiga rahbarlikka tayinlandi. Shu tarzda aytish mumkinki, buyuk olim Karl Lyudvig Maks Plank olmon xalqining eng qora kunlarida ham unig eng nodir javohirlari bo‘lmish ilmiy yutuqlarini va olimlarini asrab qolishga ko‘rsatgan jonbozligi uchun ikki karra mukofotlandi. U o‘zi orzu qilgan barcha ilmiy faoliyatni joy-joyiga qo‘yib, ko‘ngli tinchigach, 1947 yilning 4-oktyabr sanasida insultga duchor bo‘ldi va Gyottingen kasalxonasida vafot etdi...

O‘limdan keyingi jang

XI-asr oxirida Sid Kampeador nomi bilan mashhur bo‘lgan Kastiliyalik ritsar Rodrigo Dias de Vivar arablardan Valensiyani tortib oldi va bu hududning hukmdoriga aylandi. Lekin Sidning o‘limidan keyin al-Moraviy qo‘shinlari Valensiyani yana qaytarib olishdi. Afsonalarga ko‘ra, yengilayotgan Valensiya qo‘shinlari, endilikda marhum ritsar Sidning jasadini otga o‘tqazib jang maydoni yaqinida choptirib yetaklashgan ekan. Bu o‘ziga xos harbiy hiyla bo‘lib, arablar o‘zlarini bir necha bor yenggan shavkatli ritsarning otga mingan jasadini uzoqdan o‘lik ekanligini ham bilmasdan uni trik deb o‘ylashgan va o‘z armiyasini boshqarmoqda deb gumon qilib, undan qo‘rqib qocha boshlagan ekanlar.

Maks Plank hayoti va ijodini o‘rganish bo‘yicha yetuk mutaxassis bo‘lgan olmon tarixchisi Diter Xoffmanning qayd etishicha, olimning o‘limidan so‘ng, sovuq urush yillarida u bilan ham shunga o‘xshash hodisa ro‘y bergan ekan. Plank vafot etganidan 10 yil o‘tib, u o‘z umri davimida qattiq turib himoya qiligan va rivoji uchun mislsiz fidokorlik bilan xizmat ko‘rsatgan jabha – olmon ilm-fani uchun yana bir bora kurashga kirishishida to‘g‘ri keldi. 1958 yilning aprelida Plank tavalludiga yuz yil to‘ldi. Lekin bu paytda uning vatani Germaniya ikkiga bo‘linib ketgan edi. Ta’bir joiz bo‘lsa bu ikki Germaniya dunyoning geosiyosiy manfaatlari to‘qnashgan ikkita qo‘shni va qarama-qarshi davlatga aylandi. G‘arbda, urushda Germaniyani mag‘lub etgan ittifoqchi qo‘shinlar (AQSH, Buyuk Britaniya, Fransiya) ta’siri ostidagi Germaniya Federativ Respublikasi bo‘lib, uning hududida AQSh davlatiga tegishli ko‘p sonli harbiy bazalar joylashtirilgan. Sharqda esa, urushda fashistlar Germaniyansini yenggan asosiy davlat Sovet Ittifoqi ta’siri ostidagi Germaniya Demokratik Respublikasi bo‘lib, bu davlat hududida SSSRning ko‘p sonli harbiy bazalari mavjud bo'lgan. G‘arbiy Germaniyada kapitalistik tuzum, Sharqiy Germaniyada esa kommunistik tuzum qaror topdi. 1958 yilda Brlin devori hali barpo qilinmagan bo‘lib, lekin kommunistik Germaniyadagi Birlashgan sotsialistik partiya korchalonlari, sharqda yashayotgan olmon xalqini taqdirini allaqachon hal qilib bo‘lishgandi. Bu partiya o‘zi hukmronlik qilayotgan nemis yerlarida hamma narsani, mutlaq idora qilishni iddao qilardi.

Olmon ilm-fani ham ikki qismga bo‘lindi. XX asr birinchi yarmida nafaqat Germaniya yoki, Yevropada, balki butun dunyoda eng yetakchi sanalgan olimlar aynan Germaniyada istiqomat qilishardi. Aytish mumkinki, XX asr birinchi yarmi jahon ilm-fanining qonunchilari aynan olmon olimlari bo‘lishgan. Davlat ikkiga bo‘lingach, avval juda yaqin ilmiy hamkorlik olib borgan olimlar ham chegaraning ikki tarafida qolib ketishdi. Xususan g‘arbiy Germaniyada Verner Geyzenberg, Maks fon Laue, Otto Gan kabilar qolib ketishdi. Sharqdan esa masalan Gustav Gers qolgan edi. Ularning to‘rttalovi ham o‘z vaqtida Nobel mukofotiga sazovor bo‘lgan kuchli mutaxassislar bo‘lib, barchasi Maks Plank bilan yaqin do‘st va ishonchli hamkasb bo‘lishgan. Ayniqsa fon Laue Plankni o‘z ustozi sifatida qattiq hurmat qilardi.

1957 yil bahorida Maks fon Laue ustozining 100 yillik tavallud ayyomini nishonlash maqsadida tantanalar o‘tkazishni rejalashtirdi va sharqda qolib ketgan sobiq hamkasblari bilan aloqalar o‘rnatishga kirishdi. U har ikkala Germaniya olimlari o‘rtasida uzviy va mustahkam ilmiy aloqalar o‘rnatilishini istardi. Faqat bitta xavotirli holat bo‘lib – ilmiy tantanalarga siyosat aralashib qolishi, ya'ni, vaziyatga siyosiy tus berish orqali undan o‘z maqsadi yo‘lida foydalanishga urinuvchilar paydo bo‘lishi ehtimoli katta edi.

Maks fon Laue Sharqiy Germaniya Fizika jamiyati raisi Robert Rompe (1905-1993) bilan aloqa o‘rnatishga erishdi. Rompe ham sotsialistik partiya a’zosi bo‘lib,

kommunistik partiyaning markaziy ijroiya qo‘mitasi tarkibiga kirardi. Ular avvaliga tantanalarni faqat ilmiy ruhda, faqat ilmiy anjuman va marosimlar bilan o‘tkazishga kelishib olishdi. Kelishuvga ko‘ra, avvaliga tantanalar sharqiy Berlinda o‘tkazilib, unda Maks fon Laue nutq bilan chiqish qilishi, keyin esa marosim ertasiga g‘arbiy Berlinda davom ettirilishi bilan, u yerda Gustav Gers tantanali nutq so‘zlashi belgilandi. Har ikki tarafdagi tantalarga har ikki Germaniyaning eng nufuzlik fizik olimlari taklif etilishdi. Shuhningdek urushdan Germaniya ilm-fani uchun ulkan xizmatlar ko‘rsatgan va hozirda chet ellarda boshpana topgan olimlarni ham chaqirishdi. Xususan Stokogolmdan Liza Meytner yetib kelishi kutilgandi.

Lekin vaqt o‘tib borardi. Sharqiy Germaniya hukumati esa bir qarorga kelishga shoshilmasdan, javobni paysalga solib kelaverdi. Vanihoyat partiya tantanalarni o‘tkazishga ruxsat berdi, lekin baribir mazkur marosimga siyosiy tus berishga, undan o‘z g‘oyalari targ‘iboti uchun foydalanishga urina boshladi. Buni ilmiy jamiyatlar namoyondalarining nemis kommunistik partiyasi korchalonlari bilan o‘tkazgan uchrashuvlari qaydnomalaridan ham bilib olishimiz mumkin:

> «*Plankning yuz yillik tavallud ayyomini nishonlash, masalaning har qanday ilmiy jihatlaridan qat’iy nazar, biz uchun ham, dishman uchun ham, muhim siyosiy tusga ega.* [...] *Biz shuni isbotlay olamizki, Plank – bizniki! G‘arbdagi fashistlarniki emas!*»

Tantanalar o‘tkazilish belgilangan kun yaqinlashib kelishi bilan, partiyaning siyosiy mutaasiblik bilan, vaziyatdan foydalanib qolishga urinishlari yanada faollashdi. Siyosiy kengash hattoki partiya gazetalarining birida, 23-aprel, Maks Plank tavallud sanasiga bag‘ishlangan va «sotsialistik tuzum mehnatkashlariga» yo‘llangan maxsus murojaatnoma ham e’lon qildi. Biz Plankning hayotlik chog‘ida qattiq e’tiqodli, xudojo‘y odam bo‘lgan haqida aytib o‘tgan edik. Bunday e’tiqodni rad etadigan, umuman olganda esa xudosizlikni targ‘ib e’tuvchi kommunistik tuzum vakillari esa, o‘sha murojaatnomada Plankni chuqur yuzsizlik bilan, marksizm-leninizmning eng yaqin g‘oyalari bilan yashagan, materialist, hamda pozitivist kishi sifatida tanishtirishadi. Murojaatnomaning xotimasi esa hammasidan ham o‘tib tushadi:

> «*Butun dunyoda sotsializm o‘rnatishga erishgan va butun dunyoda tinchlik himoya qilayotgan ishchilar sinfigina, buyuk fizik olim Maks Plankning tavalludini tantana qilishga haqlidir. Burjuaziya o‘zining ilm arboblariga nisbatan haq-huquqidan mosuvo bo‘lgan. Maks Plank va uning shogirdlaridan iborat butun boshali yosh fiziklar avlodi tashkillagan ilmiy xazinani kapitalizm qabul qila olmaydi*».

Biz kitobimiz matnidan bilamizki, Plank bir umr monarxist va e’tiqodli inson bo‘lib yashab o‘tgan! Bundan tashqari u umri davomida o‘ngchilar partiyasiga

xayrixoh bo‘lib yashagan. Endi bo‘lsa uning shaxsini o‘zlariniki qilib olsih uchun, ishchilar sinfi - sotsialiktik tuzum da’vo qilmoqda!

Vanihoyat ancha-muncha ovoragarchilik va sarsonchiliklardan so‘ng, 1958 yil 24-aprel sanasida, Sharqiy Berlindagi opera teatri binosida Maks Plank tavalludining 100 yilligiga bag‘ishlangan tantanali marosim bo‘lib o‘tdi. Unda XX asr birinchi yarmining eng buyuk fizik olimlari, jumladan: Maks fon Laue, Verner Geyzenberg, Otto Gan, Maks Born, Gustav Gers hamda boshqalar ishtirok etishdi. Marosimga Plankning ishongan shogirdlaridan bo‘lgan mashhur olima Liza Meytner yetib keldi. Shuningdek tantanada Sharqiy Germaniya kommunistik partiyasi bosh kotibi Valter Ulbrixt hamda SSSRning Sharqiy Germaniyadagi elchisi ishtirok etdi. Tantanani Sharqiy Germaniya Fanlar Akademiyasi raisi Maks Volmer tomonidan ochildi. Bu inson o‘ziga o‘tkazilgan keskin tayziqlarga qaramay, kirish so‘zida avvaldan tayyorlangan barcha siyosiy chaqiriqlarni tashlab ketdi va ilm-fan kishilarini mustahkam hamjihatlikkar, xalqaro aloqalarni muntazam va mukammal yo‘lga qo‘yishga da’vat etish bilan otashin nutq so‘zladi. Keyin esa Plankning sodiq shogirdi va yaqin do‘sti fon Laue chiqish qilib, ustozining hayoti va ilmiy faoliyati haqida batafsiz so‘zlab beridi.

Keyingi kuni tantanalar, belgilanganidek G‘arbiy Berlinda davom etdi. Muhtasham kongresslar zalida o‘tkazilgan marosimda Geyzenberg va Gers nutq so‘zlashdi. G‘arbdagi marosimda siyosatchilar qatnashishmadi. O‘sha kuni oqshomda G‘arbiy Germaniya prezidenti Gauss hamda Berlin meri Villi Brandt birgalikda, har ikkala Germaniya olimlari uchun tantanali qabul uyishtirishdi.

G‘arbiy Germaniyada o‘tkazilgan marosimning yagona bosh mavzusi – zamonaviy ilm-fan hamda urush sabab botqoqqa botgan olmon akademik hamjamiyatini oyoqqa turg‘azish masalalari bo‘ldi. Shuningdek yig‘ilganlar qachonlardir bus-butun davlat bo‘lgan yagona Germaniyani endilikda ikki qutbga ajratib turgan siyosiy mutaasiblikda qutilish yo‘llarini izlay boshlashdi. Bu ham bo‘lsa, buyuk olim Maks Plankning o‘limidan keyin ham mutaasib siyosiy qarashlar va ilm-fanni siyosiy maqsadlar yo‘lida bo‘sundirishga urinuvchi kuchlar ustidan yana bir bora g‘alabasi edi. Bularning barchasi olimning hayotligida olib borgan va o‘zidan keyingilarga qoldirgan beqiyos merosi o‘laroq, ilmiy ishlari, hamda oqilona ustozlik, rahbarlik mehnatlari evaziga imkonli bo‘ldi. Uning yodi nafaqat olmon xalqi, balki butun dunyodagi ilm-fan fidoiylari xotirasida abadiy muhrlanib qoldi...

Xotima

Biz muayyan tarixiy shaxs hayotini o‘rganar ekanmiz, odatda uning butun umri, hayotini yaxlit va aniq bir timsol atrofida qisqartirilgan tarzda gavdalantiramiz. Aytaylik biz uchun Motsart – buyuk iste’dodli beg‘am inson sifatida, Eynshteyn – parishonxotir daho tariqasida, Neron esa – xatarli telba ko‘rinishida gavdalanadi. Bunday timsol-ko‘rsatkichlar bizga murakkab va chiqal tarix o‘rmonida adashib qolmaslik uchun yordam beradi, lekin aytish joizki, bunday yondoshuv, matematik til bilan aytganda, o‘ta qo‘pol yaxlitlashdan boshqa narsa emas. Bunday yondoshuv, huddi bizning qahramonimiz Maks Plank singari, jahon urushlari, millatchilik va fashizm xurujlari, hamda buyuk inqilobiy ilmiy kashfiyotlar zamonasida uzoq yillik umr yo‘lini yashab o‘tgan siymolar timsoli uchun yanada qo‘polroqdir.

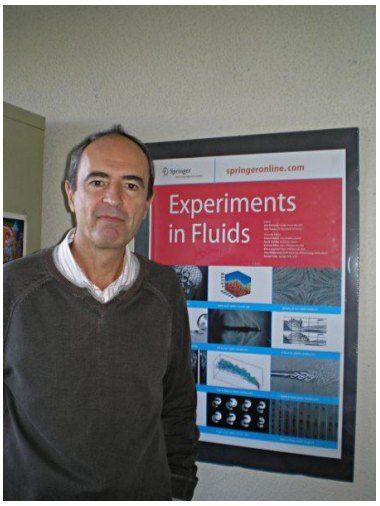
Maks Plank botir qahramon bo‘lganmi yoki qo‘rqoqmi? Shubhasizki u kerakli o‘rinda botir, kerakli o‘rinda qo‘rqoq ham bo‘lgan. Ta’kidlash joizki, millatchilik qanot yozgan fashistlar Germaniyasi fuqaroligi ostida uzoq yillar yashashning o‘zi har qanday odam uchun ham dahshat, ham kulfatdir. Plank umrining so‘nggi yillarini ham o‘zi, ham yaqinlari uchun qattiq xavf-xatar ostida ana shunday jimoyatkorona siyosiy tuzum qaramligida yashab o‘tishga majbur bo‘lgan. Uning boshqa iloji-imkoni ham yo‘q edi. Xatar shunchalik jiddiy va tahdidli ediki, fashistlar arzimagan bir bahona bilan, otib tashlashi, majburiy mehnat lagerlariga yuborishi, yoki shunchaki jismoniy qiynoqlar bilan azoblashi hech gap emasdi. Shunday qo‘rqinchli sharoitda Plank kezi kelganda o‘zi va yaqinlari joni omonligi uchun natsislarga yuzaki xayrixohlik bildirishga, gitler va uning gumashtalariga qalbaki tavoze’ qilishga majbur bo‘lgan. Shunga qaramay, yahudiylarga qarshi ochiq ta’qib e’lon qilingan vaqtlarda uning Albert Eynshteynning olmon ilm-fani uchun ko‘rsatgan xizmatlarini maqtashga, Frits Gaberning xotira marosimini oshkora nishonlashga o‘zida kuch va jur’at topa oldi. Bularning barchasini u nemis fashist ofitserlari va CC maxsus xizmatlari «quloq»larining kuzatuvi va ta’qibi ostida bajardi. Plank – monarxist, konservator, millatparvar (lekin millatchi emas!) va mustahkam diniy e’tiqodli inson sifatida yashab o‘tdi. Lekin u hech qachon mutaasib, aqidaparast va turli siyosiy maslaklarga fanatik bo‘lmagan. Olim kerakli o‘rinda to‘g‘ri qaror qabul qila oladigan, vaziyat taqozo qilsa, fikrini o‘zgartirib, boshqalarning fikrini ham albatta e’tiborga olib ishlaydigan shaxs bo‘lgan. Uning atomizm borasidagi o‘z qarashlarini o‘zgartirganligini eslab gapimizni isbotlash mumkin. Shuningdek, o‘zining I-jahon urushi paytidagi manifestni imozlaganiga qattiq pushaymon bo‘lib, millatchilik va harbiy bosqinchilik kayfiyatidagi siyosiy qarashlardan butunlay yuz o‘girganini ham eslash o‘rinlidir. Rahbarlik lavozimlarida ishlaganida ham Plank doimo o‘z qo‘l ostidagilarning hayotini yaxshilanishi uchun xizmat qilishni o‘z oldiga maqsad qilgan. U odamlarni berilgan vazifaga mas’uliyat bilan yondoshuvi, hamda, daxldorlik hissi bilan yashashiga qarab tanlardi va hurmat qilardi. Plank 36 yil davomida muttasil pedagogik faoliyat bilan shug‘ullandi. U rahbar lavozimlarda

ishlagan payda ham, o‘qituvchilik ishi, talabalarga ta’lim berish hamda ochiq ma’ruzalar o‘qishni kanda qilmagan. U juda ochiqko‘ngil va samimiy inson sifatida, o‘z atrofidagilarni mehrini qozonib yashagan.

Agar Maks Plankning tarjimai holining faqat ilmiy tarafi haqida gap ketsa, uning 1900 yildagi Genrix Rubensni o‘z uyida mehmon qilgan vaziyatini eslash darkor. Mana, Rubens samimiy dilkash suhbatdan keyin, mezbon bilan hayrlashib chiqib ketdi. Plank esa mehmonni kuzatib qaytib, o‘yga cho‘mgan ko‘yi kresloga cho‘kdi. U hozirgina huzurida bo‘lgan hamkasbining qora jism nurlanishi bo‘yicha spektrning infraqizil sohasi bajarilgan o‘lchash natijalari haqida aytganlaridan qattiq ta’sirlangan va hayajonga tushgan. Agar spektrning bu qismida Vin qonuni bajarilmayotgan bo‘lsa, demak, Plankning o‘zi ochgan va o‘z nomi bilan atalayotgan qonuni yoki, noto‘g‘ri, yoki, to‘liq emas degan xulosa kelib chiqadi. U o‘rnidan bir sakrab turadi va ish stoli tomon yo‘l oladi. Xotini Mariyadan bir finjon qahva damlab berishini iltimos qiladi. Olim stolga o‘tiradi va qarshisidagi logarifmik jadvalni olib, qog‘ozga har xil hisob-kitoblarni tushira boshlaydi. U entropiyaning energiyaga nisbatini ifodalovchi formulaga yana bir kattalik qo‘shish kerakligini fahmlaydi. Va... olamshumul kashfiyot ekanligi bir qarashdayoq bilinmaydigan, soddagina, ixcham ifodani keltirib chiqaradi. U o‘zi hozirgina olgan formulaning yuqori va quyi chegaralarda Vin qonuniga muvofiq kelish-kelmasligini qayta-qayta tekshirib ko‘radi. Bir necha marta takroriy tekshiruvlardan keyin, yelkasidan tog‘ ag‘darilgan holatni ifodalab, yengillik va o‘zidan qoniqish hissi bilan kresloga o‘zini tashlaydi. Shu lahzda xonaga rafiqasi Mariya kirib keladi va finjondagi qahvani eriga uzatadi. Maks Plank bo‘lsa, hayajon va titroq bilan qahva ho‘plar ekan, mamnunlik ifodasi ila «Men Genrixga ma’qul keladigan formulani topdim!» – deydi. Bu olamshumul kvant nazariyasining tug‘ilishi edi.

Muallif haqida

Alberto Tomás Peréz Izquierdo



1962 yil 18-sentyabrda Ispaniyada tug‘ilgan. Ispaniyaning mashhur Sevilya universiteti, fizika fakulteti Elektronika va Elektromagnetizm departamentida Elektromagnetizm professori.

1989 yilda Sevilya Universitetini Fizika fakultetini tamomlagan. Ilmiy ishlari asosan elektromagnetizm nazariyasi, unipolyar inyeksiya, hamda suyuqliklarda elektr zaryad taqsimlanishi qonuniyatlarini o‘rganishga qaratilgan. Ilmiy faoliyatda tashqari olim ko‘plab ilmiy-ommabop asarlar muallifi hamdir. Chuninonchi uning qalamiga mansub qo‘lingizdagi kitobdan tashqari, «Electromagnetismo» nomli o‘smir yoshdagi fizika ixlosmandlariga mo‘ljallangan asari ham Ispaniyada mashhur bo‘lgan.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar ro‘yxati.

1. Cornwell, J., *Los científicos de Hitler.* Barcelona, Paidós, 2005.
   (Kornvell J: «Gitlerning olimlari». Barselona, Paidos, 2005)

2. Feyman P.R., *Seis piezas fáciles*, Barcelona, Crítica, 2006.
   (Feyman P.R: «Olti yengil buyum». Barcelona, Kritika 2006)

3. Gamow G., *Biografía de la física,* Madrid, Alianza, 2010.
   (Gamov G: «Fizika tarjimai holi», Madrid, Azlianza 2010)

4. Gell-Mann, M., *El quark y el jaguar*, Madrid, Metatemas, 1994.
   (Gell-Mann M: «Kvark va yaguar». Madrid, Metatemas, 1994)

5. Heilborn, J.L., *The Dilemmas of an Upright Man*, Harvard, 1996.
   (Xeylborn J.L: «Haqgo‘y odam dilemmalari». Garvard, 1996)

6. Kuhn T.S., *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica:1894-1912*, Madrid, Alianza Universidad, 1987.
   (Kun T.S: «Qora jism nurlanishi hamda kvant uzilishlar nazariyasi» Madrid, Alianza Universidad nashriyoti, 1987.)

7. Olalla L.C., *La fuerza del deber, Planck,* Madrid, Nivola, 2006.
   (Olalla L.C: «Mas’uliyat hissi: Plank», Madrid, Nivola, 2006.)

8. Perez, I.A., *Principios para principiantes: una iniciación a la física*, Moscú, URSS 2002
   (Perez I.A: «Boshlovchilar uchun: Fizikaga kirish», Moskva, URSS nashriyoti, 2002.)

9. Plank, M., *¿A dónde va la ciencia?* Buenos Aires, Losada, 1947.
   (Plank M: «Fan qayoqqa qarab ketyapti?» Buenos-Ayres, Losada 1947)

10. Plank. M, *Autobiografía científica y últimos escritos*, Madrid, Nivola, 2000.
    (Plank M: «Ilmiy tarjimai hol va so‘nggi asarlar». Madrid, Nivola, 2000)

11. Sanchez Ron, J.M., *Historia de la física cuántica*, Barcelona, Crítica, 2001,
    (Ron Sanches: «Kvant fizikasi tarixi», Barcelona, Kritika, 2001)

Alifbo ko‘rsatkichi

«Arian-5» (sun’iy yo‘ldosh)	6,10
«Gershel» (sun’iy yo‘ldosh)	6
93-lar manifesti	11,59,60,102,145,
adolf gitler	10,11,67,81,101,106-108,110-113,145,149
Albert Eynshteyn	8-9,16,55,58,61,64,66-69,71,76-80,84,90-106,113-118,122-135,145,
Annalen der Physik (Fizika solnomalari)	11,53,118,
Anri Puankare	71,74,91
Arnold Zommerfeld	31,80,90,91,95,108,
Bayer Fridrix	17,19
Berlin Fizika Jamiyati	11
Birinchi jahon urushi	9,58,80-82,88,90,102-104,107,110,113,138,145,
Bismark, Otto fon	14,17
Boltsman doimiysi	35,54,122,126-127
chastota	8,18,40,42-50,53-56,72,74,77,88,92,114,
Determinatsiyalangan xaos	135-136
Diter Xoffman	142
Duino	37
Ehtimoliylik	44,54,84,114,132-135
Elektromagnetizm	18,20,43,48,148
Elektromagnit nurlanish	6,43,50,54,67,74,78,124,
Emil Varburg	91,104-105,
Emma Plank	11,15,57-58,62
Energistlar	84-85
Energiya	6,8,11,16,20-25,28-35,39-40,43-48,53-57,66,72,73-74,78,83,87-88,93,113-115,118,120,124-125,128-129,
Entropiya	8,23-25,31,35-36,43-44,51,53-56,72,77,114,122-125,133,146,
Ernest Rezerford	87,91,**124**,
Ernst Max	10,84,
Ervin Plank	10-11,15,58,62,110-113,138,
Ervin Shryodinger	9,55,70,80,84,88,93-95,99,134-135,
Ferdinand Kurlbaum	49,51,74
filipp lenard	98-99,101,104
foton	96-97,113-116,128-129
Frits Gaber	59,91,81,90,103-104,145,
Frits Shtrassman	66
Genrix Gers	8,18,43,45,77
Genrix Rubens	7,51-52,55,74,91,146
German Gelmgolts	18,21,30,46,49,
German Plank	11,58
Grats	32
Greta Plank	11,15,57-58,62,
Gustav Gers	142-144
Gyottingen	11,30,92,95,105,108,138,141,

Harorat	6-7,9,22-28,32,34-39,42-53,72-75,114,122-125,127
Ikkinchi jahon urushi	9,19,81,104,113,138,
Imperial fizika va texnologiya instituti	16,19,42,46,48,50,52,64,74,
Infraqizil	6,26-29,46,51-52,146
Issiqlik	21-25,28,30-31,34,40,44,84,86
Issiqlik muvozanati	42-43,75,114
Issiqlik nurlanishi	18,26-29,41,43,47-49,75,77
Ixtiyor erki	134,**137**
Jan Perren	31,91
Jeyms Jins	68,73,91,
Jeyms Joul	21-22
Jeyms Klark Maksvell	8,18,**20**,32,43-45,47,72,87,
Karl Bosh	140
Karl Plank	11,15,57-58,**62**
Karl Seyss	17,**19**
Kayzer Vilgelm Jamiyati	11,138,139-141
Kil	11,14
Kirxgof qonuni	39-40,54
Kolumbiya universiteti	120
Kurt fon Shleyxer	110-113
Kvant	8-11,16,32-33,38,47,52-55,68-69,71-80,83,86-89,91,92-97,113-116,119,122,125,128,130,132,135,146
Liza Meytner	13,41,63-**66**,94,99,101,143-144,
Lord Kelvin	21
Lord Reley	51,72-74,77,114,
Lotta Varburg	104-105
Lui de Broyl	91,93-94,114,
Lyudvig Boltsman	8,30,31,**32-**37,44,54-55,63,71-73,85,114-115,121-127
Maks Born	58,92-94,101,108,144,
Maks fon Laue	67-**68**,101,103,109,120,141-144
Marga fon Xyosslin (Plank)	11,58,60,139
Mariya Merk	15,57,110,
Mikroto‘lqinli fon nurlanishi	46
musiqa	14,41,**64**
Mutlaq nol	46,125
Myunxen	11,14-15,18,29-30,32,108,
Nils Bor	9,87,95, 100,124
Noaniqliklar tamoyili	96-97,115,130,132,136,
Nobel mukofoti	9,11, 46,61,67,80-81,98,104,108,142,
ossilyator	8,43-47,51,
Osvensim	19
Otto Fish	66
Otto Gan	61,64-66,94,109,140-144
Otto Lyumer	49
Otto Shtern	89
Otto Varburg	104
Oygen Brodxun	49
Paul Drude	118
Paul fon Gindenburg	110-111

Plank doimiysi	8,53,57,77,88,122,126-127,
Pol Dirak	9,25,80,95,116
Pol Erenfest	64,71-74,83,116,116,
Pozitivizm	84-85
Prussiya fanlar akademiyasi	18,44,67,74,78,99,102,
Qora jism	7,9,11,24-25,28-29,42,45-53,68,73,75-76,85-86,93,113-114,118,122-126,144
Quyosh	7,27-29,34,39,46,75,87,127,133,
Reley-Jins qonuni	73-74,77,
Robert Milliken	8,78-**79**,
Robert Rompe	142
Rudolf Klauzius	21,23-24,29
Sababiyat tamoyili	132-136
Shatyendranat Boze	41,113,
spektr	9,11,27-29,42,46,48-50,55,57,73-75,92,113,122,146,
Termodinamika	8,18,21,41,48,55,114,118,**122**,125
Termodinamikaning birinchi bosh qonuni	22-23,29-30
Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni	23,25,28,30,36,44,54,57,85,122,
Termodinamikaning uchinchi bosh qonuni	125
To‘lqin uzunligi	26-29,40-41,46-48,51,68,72-75,92-94,97,129,
Uilyam Gershel	27,29
Uilyam Jon Renkin	29
Ultrabinafsha falokati	73-74
Universial konstantalar	9,86,124,130,
Uranning parchalanishi	66,140
Valter Gerlax	89
Valter Nernst	59,62,67,90-91,94,125,
Verden jangi	11,62
Verner fon Simens	17,**19**,48
Verner Geyzenberg	9,11,64,70,80,84,88,92-95,99,106-109,128,130,134,142,144
Vilgelm I	11,14,
Vilgelm II	14,59,61,82,
Vilgelm Ostvald	29,31,59,84,
Vilgelm Vin	46,59,80,91,
Vin qonuni	51,73-74,80,146,
Xalqaro Birliklar Tizimi	22,126
Xendrik Lorents	60,68,71,80,91,135-136,
yoxannes shtark	80-81,98-99,103,108-109,
Yozef Gebbels	104
Yozef Papen	110-113
Yozef Stefan	32
Yutilish koeffitsiyenti	39

Tarjima.

www.Orbita.UZ
…ilm fan fazosi uzra!

Kitobni o‘zbek tiliga o‘girilishi va kitobxonlarga taqdim etilishida beminnat yordam qo‘lini cho‘zgan insonlar - kitobning asl muallifi janob Alberto Tomas Perez Izquierdo hamda, uning noshiri «RBA Collectionables S.A.»ning huquqiy menejeri Iren Mazzali xonimlarga samimiy tashakkurlarimizni izhor etamiz.

Tarjimon va sahifalovchi Muzaffar Qosimov.

Ushbu kitob, www.Orbita.Uz sayti elektron kutubxonasi uchun o‘zbek tiliga o‘girildi.

Tarjima matniga va kitob dizayniga oid fikr-mulohaza va takliflaringizni quyidagi manzillarga yuborishingiz mumkin:

E-mail: Muzaffar.Qosimov@gmail.com

Twitter: @MuzaffarQosimov

Marg‘ilon-2015